

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**CARLA PEDROSO DE MORAES**

**MONITORAMENTO DA TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS, *PLUTELLA XYLOSTELLA* L.  
(LEPIDOPTERA: YPONOMEUTIDAE) COM FEROMÔNIO SEXUAL SINTÉTICO E  
SEU CONTROLE COM *BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER  
(EUBACTERIALES: BACILLACEAE)**

**CURITIBA  
2010**

**CARLA PEDROSO DE MORAES**

**MONITORAMENTO DA TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS, *PLUTELLA XYLOSTELLA* L.  
(LEPIDOPTERA: YPONOMEUTIDAE) COM FEROMÔNIO SEXUAL SINTÉTICO E  
SEU CONTROLE COM *BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER  
(EUBACTERIALES: BACILLACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Ph.D. Luís Amilton Foerster

**CURITIBA  
2010**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelas bênçãos recebidas e por todas as oportunidades colocadas em meu caminho.

A aqueles que acreditam a cada dia na minha capacidade, meus pais, Arlete e Victor, pelo amor, carinho e compreensão.

Em memória a Bruna Micheli, pela sua passagem meteórica em nossas vidas, seu exemplo e sua coragem em transpor os obstáculos.

A minha irmã Joseli e aos meus irmãos: Paulo, Marcelo, Júlio e em especial ao Hugo, pela sua incansável prontidão logística durante a realização deste trabalho... Também aos sobrinhos queridos.

Ao verdadeiro orientador professor Ph.D. Luís Amilton Foerster pela sua confiança, paciência, pelos ensinamentos e por sua dedicação.

Aos membros das bancas de pré-defesa e defesa: Dra. Marion R. F. Avanci, Dra. Augusta K. Doetzer, Dra. Alessandra Butnariu e Dr. Átila F. Mogor, que contribuíram na melhoria do trabalho com correções e sugestões.

A professora Dra. Adriana Martinelli Seneme e ao Mestre João de Castro Nowacki, incentivadores ao meu ingresso no curso de Pós-graduação.

A secretária do curso de Pós-graduação em Agronomia, Lucimara Antunes, pela atenção e paciência dedicada.

Aos colegas de laboratório Cesar, Flavia, Lais, Vitor, Lurdes, Elisiane e Ana Júlia, pelas horas de trabalho e descontração.

Muito obrigada aos agricultores: Sr. Marino, Cirilo e Adriano do município de Colombo-Pr, por oportunizar a realização dos experimentos nas suas áreas de produção.

A empresa Isca Tecnologias Ltda., na pessoa de Rafael Borges pela atenção e fornecimento do Kit feromônio utilizado na realização do experimento.

A técnica Denise do Laboratório de Zoologia pela paciência e disposição nas horas necessárias.

A Universidade Federal do Paraná pelo crescimento profissional e a Capes pela bolsa concedida.

Aos amigos e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, muito obrigada!

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUÇÃO GERAL.....	12
REFERÊNCIAS.....	14

## CAPÍTULO I

AVALIAÇÃO DE ARMADILHAS DE FEROMÔNIO PARA O MONITORAMENTO DE MACHOS DE *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. (LEPIDOPTERA: YPONOMEUTIDAE) EM CULTIVO DE BRÁSSICAS

RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

## CAPÍTULO II

EFICIÊNCIA DE DUAS FORMULAÇÕES DE *BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER (EUBACTERIALES: BACILLACEAE) PARA O CONTROLE DE LARVAS DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS, *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. (LEPIDOPTERA: YPONOMEUTIDAE)

RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
INTRODUÇÃO.....	37
MATERIAL E MÉTODOS.....	38

	Página
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

<b>TABELA 1.</b> Análise de regressão múltipla pelo método <i>stepwise</i> considerando a abundância de <i>P. xylostella</i> como variável dependente e fatores abióticos como variáveis independentes.....	25
---	----

### CAPÍTULO II

<b>TABELA 1.</b> Temperaturas máximas e mínimas dentro e fora da casa de vegetação e precipitação durante o período de 15/08 a 30/08/2009.....	43
--	----

<b>TABELA 2.</b> Temperaturas máximas e mínimas dentro e fora da casa de vegetação e precipitação durante o período de 26/09 a 11/10/2009.....	45
--	----

<b>TABELA 3.</b> Mortalidade média (%) de larvas de primeiro ínstar de <i>Plutella xylostella</i> após 96 horas em folhas de repolho contendo depósitos residuais de diferentes idades.....	47
---	----

<b>TABELA 4.</b> Mortalidade média (%) de larvas de terceiro ínstar de <i>Plutella xylostella</i> após 96 horas em folhas de repolho contendo depósitos residuais de diferentes idades.....	50
---	----

<b>TABELA 5.</b> Mortalidade média (%) de larvas de terceiro ínstar de <i>Plutella xylostella</i> após 96 horas de exposição em folhas de repolho contendo depósitos residuais de diferentes idades.....	54
--	----

<b>TABELA 6.</b> Mortalidade média (%) de larvas de terceiro ínstar de <i>Plutella xylostella</i> após 96 horas de exposição em folhas de repolho contendo depósitos residuais de diferentes idades.....	57
--	----

<b>TABELA 7.</b> Mortalidade média (%) de larvas de terceiro ínstar de <i>Plutella xylostella</i> após 72 horas da aplicação dos inseticidas com e sem o óleo mineral Agral.....	60
--	----

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>FIGURA 1-</b> Distância entre as áreas de plantio orgânico e convencional.....	21
<b>FIGURA 2-</b> Área de plantio orgânico.....	22
<b>FIGURA 3-</b> Área de plantio convencional.....	23
<b>FIGURA 4-</b> Número de machos de <i>Plutella xylostella</i> capturados em duas armadilhas delta contendo o feromônio sexual sintético em plantio de brócolis e couve-flor orgânico e convencional no período de 04/11/2008 a 03/02/2009.....	26
<b>FIGURA 5-</b> Número de machos de <i>Plutella xylostella</i> capturados em duas armadilhas delta contendo o feromônio sexual sintético em plantio de brócolis e couve-flor orgânico e convencional no período de 14/07/2009 a 06/10/2009.....	28
<b>FIGURA 6-</b> Número de machos de <i>Plutella xylostella</i> capturados em duas armadilhas delta contendo o feromônio sexual sintético em cultivo orgânico e convencional de couve-flor híbrido Barcelona no período de 06/10/2009 a 17/11/2009.....	28

### CAPÍTULO II

<b>FIGURA 1.</b> Esquema de montagem da gaiola para adultos de <i>P. xylostella</i> .....	39
<b>FIGURA 2.</b> Secagem das folhas após pulverização dos inseticidas com e sem óleo mineral.....	46
<b>FIGURA 3.</b> Mortalidade de larvas de primeiro ínstar de <i>Plutella xylostella</i> ao longo do tempo de exposição em folhas com diferentes períodos residuais.....	49
<b>FIGURA 4.</b> Mortalidade de larvas de terceiro ínstar de <i>Plutella xylostella</i> ao longo do tempo de exposição em cada uma das cinco idades dos resíduos a partir da pulverização dos tratamentos.....	51



<b>FIGURA 5.</b> Consumo foliar de larvas de terceiro ínstar de <i>Plutella xylostella</i> 96 horas após a pulverização dos tratamentos.....	52
<b>FIGURA 6.</b> Mortalidade de larvas de terceiro ínstar de <i>Plutella xylostella</i> ao longo do tempo de exposição em três períodos residuais após a pulverização dos tratamentos em plantas mantidas dentro e fora da casa de vegetação.....	55
<b>FIGURA 7.</b> Mortalidade de larvas de terceiro ínstar de <i>Plutella xylostella</i> ao longo do tempo de exposição em cada uma das três idades dos resíduos a partir da pulverização dos tratamentos.....	58

**MONITORAMENTO DA TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS, *PLUTELLA XYLOSTELLA* L.  
(LEPIDOPTERA: YPONOMEUTIDAE) COM FEROMÔNIO SEXUAL SINTÉTICO E  
SEU CONTROLE COM *BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER  
(EUBACTERIALES: BACILLACEAE)**

**RESUMO**

A traça das crucíferas *Plutella xylostella* (L. 1758) é uma praga cosmopolita, ocorrendo em todas as regiões biogeográficas do globo. Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de feromônio na captura de machos e a toxicidade de duas formulações de *Bacillus thuringiensis* contendo duas cepas da bactéria (*kurstaki* e *aizawai+kurstaki*) para o controle de *P. xylostella*. A ação do *Bacillus thuringiensis* foi comparada com um inibidor de crescimento (Diflubenzuron) e um piretróide (Deltametrina) em folhas de repolho. Foi avaliada se a adição de óleo mineral melhora a eficiência dos inseticidas, bem como a redução do potencial biológico de *Bacillus thuringiensis* em plantas mantidas dentro da casa de vegetação e fora da casa de vegetação. O uso de armadilhas com feromônio foi altamente eficiente como ferramenta no monitoramento da flutuação populacional de machos de *P. xylostella* em plantas de brócolis e couve-flor. Diflubenzuron e Deltametrina não foram eficientes, enquanto que ambas as formulações de *Bacillus thuringiensis* foram altamente eficientes em larvas de terceiro ínstar registrando-se a mortalidade entre um e cinco dias após a aplicação. Esporos de *Bacillus thuringiensis* permaneceram nas folhas por 10 a 15 dias após a pulverização, em plantas tratadas mantidas dentro da casa de vegetação e fora da casa de vegetação. A adição de óleo mineral não melhorou a toxicidade dos produtos.

**Palavras-chave:** Bioinseticidas; entomopatógenos; controle integrado.

**MONITORING OF THE DIAMONDBACK MOTH, *PLUTELLA XYLOSTELLA* L.  
(LEPIDOPTERA: YPONOMEUTIDAE) WITH PHEROMONE TRAPS AND  
CONTROL WITH *BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER (EUBACTERIALES:  
BACILLACEAE)**

**ABSTRACT**

The diamondback moth *Plutella xylostella* (L. 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae) is a cosmopolitan pest of brassicae found in all biogeographic regions of earth. This work evaluated the efficiency of pheromone on the capture of males and the toxicity of two commercial formulations of *Bacillus thuringiensis* containing different strains of the bacteria (kurstaki and aizawai + kurstaki) for the control of *P. xylostella*. The action of *B. thuringiensis* was compared to an insect growth inhibitor (diflubenzuron) and to a pyrethroid insecticide (deltamethrin) on cabbage leaves. The addition of mineral oil to improve insecticide efficiency was assessed, as well as the impact of natural weather conditions on the degradation of *B. thuringiensis* spores in comparison to similar treatments kept inside a greenhouse. Pheromone traps were highly efficient as a tool for monitoring population fluctuation of the males *P. xylostella* in broccolis and cauliflower crops. Diflubenzuron and deltamethrin were not efficient, whereas both formulations of *B. thuringiensis* were highly effective against either first or third instar larvae of *P. xylostella*. Spores of *B. thuringiensis* remained on leaves for 10 to 15 days after application, depending on whether treated plants were kept protected from weather conditions or were exposed to natural conditions outside the greenhouse. The addition of mineral oil did not improve the toxicity of the products.

**Key-words:** Bioinsecticides; entomopathogens; integrated control.

## INTRODUÇÃO GERAL

*Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) é uma praga cosmopolita de crucíferas, ocorrendo em todas as regiões biogeográficas do globo, mesmo sob condições climáticas extremas. Sua ocorrência é registrada desde regiões extremamente quentes, como a Etiópia (Ayalew & Ogol 2006) e nordeste do Brasil (Bondar 1928) até nas elevadas altitudes do Himalaia, sob frio intenso (Muthugounder *et al.* 2009). Durante a fase larval causam prejuízo de 42,2 milhões de toneladas em repolho, couve-flor e brócolis, em todo mundo (Talekar 1992). Este inseto pode reduzir de 58 a 100% a qualidade comercial das cabeças de repolho produzidas (Castelo Branco & Guimarães 1990, Barros *et al.* 1993). Talekar (1992) e Talekar & Shelton (1993) relataram que o controle deste lepidóptero, em escala mundial, tem um custo de cerca de US\$ 1 bilhão por ano.

O uso de inseticidas químicos tem sido o método mais recomendado para atenuar os danos causados pela praga (Villas Bôas *et al.* 1990). No Brasil, são recomendados: *Bacillus thuringiensis*, espinosade, permetrina, carbaril, indoxacarbe, novalurom, diafentiurom, clorfenapir, acefato, teflubenzurom, lufenurom, metomil, carbofurano e deltametrina (MAPA 2010). França *et al.* (1985) verificaram que *Bacillus thuringiensis* (Dipel), abamectina, diazinon e naled foram os produtos mais eficientes para o controle da praga. No entanto, aplicações contínuas de inseticidas promovem o aparecimento de linhagens resistentes de *P. xylostella*. Nas Filipinas esta espécie adquiriu resistência a malatim, paratim metílico, DDT, diazinon, mevinfós, diclorvós, carbaril, cartap e piretróides (Ooi 1986); no Japão a diclorvós e acefato (Sakai 1986) e em Taiwan aos piretróides fenvalerate, permetrina, cipermetrina e deltametrina (Miyata *et al.* 1986).

Uma das estratégias para o controle de *P. xylostella* é o uso de bioinseticidas à base de *B. thuringiensis*, em combinação com outras táticas de manejo, como por exemplo, o uso de áreas de refúgio, rotação de culturas, monitoramento através de feromônios, emprego de inimigos naturais associados às  $\delta$ -endotoxinas, ou então associá-las com produtos químicos dentro de uma filosofia de manejo integrado de pragas (Ferré *et al.* 1991; Medeiros 2004).

Apesar da relevância das pesquisas sobre a ocorrência e o controle de *P. xylostella*, os estudos brasileiros visando à implantação de programas de manejo em culturas de brássicas ainda são restritos e os resultados são relacionados a regiões de clima tropical, as quais apresentam condições climáticas bem diferentes em relação às encontradas no Sul do Brasil, onde não há pesquisas sobre a ocorrência e o controle de *P. xylostella*. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo verificar a eficiência de armadilhas de feromônio sexual sintético para monitorar a incidência de adultos de *P. xylostella* e avaliar a toxicidade e persistência de duas formulações do inseticida biológico *B. thuringiensis* em relação a outros inseticidas utilizados para o controle dessa espécie.

## REFERÊNCIAS

- AYALEW, G.; OGOL, C. K. P. O. Occurrence of the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) and its parasitoids in Ethiopia: influence of geographical region and agronomic traits. *Journal of Applied Entomology*. 130: 343–348, 2006.
- BARROS, R.; ALBERT JÚNIOR, I. B.; OLIVEIRA, A. J.; SOUZA, A. C. F.; LOGES, V. Controle químico da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 22: 463-469, 1993.
- BONDAR, G. Uma séria praga do repolho na Bahia *Plutella maculipennis* Curtis. *Chácaras e Quintais*. 38: p. 602, 1928.
- CASTELO BRANCO, M.; GUIMARÃES, A. L. Controle da traça-das-crucíferas em repolho. *Horticultura Brasileira*. 8: 24-25, 1990.
- FERRÉ, J.; REAL, M. D.; VAN RIE, J.; JANSENS, P. M. Resistance to *Bacillus thuringiensis* bioinsecticide in a field population of *Plutella xylostella* is due to a change in a midgut membrane receptor. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 88: 5119-5123, 1991.
- FRANÇA, F. H.; CORDEIRO, C. M. T.; GIORDANO, L.; RESENDE, A. M. Controle da traça das crucíferas em repolho. *Horticultura Brasileira*. 3: 50-51, 1985.
- MAPA, Agrofit - Sistema de agrotóxicos fitossanitários: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofitcons/principalagrofitcons>. Acesso em 06/04/2010.
- MEDEIROS, P. T.; SONE, E. H.; SOARES, C. M. ; DIAS, J. M. C. S; MONNERAT, R. G. Avaliação da susceptibilidade da traça-das-crucíferas a produtos formulados a base de *Bacillus thuringiensis* em cultivo de repolho no Distrito Federal. *Comunicado Técnico. Embrapa*. 110: 1-7, 2004.
- MIYATA, T.; SAITO, T.; NOPPUN, V. Studies on the mechanism of diamondback moth resistance to insecticides. In: AVRDC, Diamondback Moth Management.

Proceedings Of The First International Workshop. Tainan, Taiwan. 11-15 March 1985. Taiwan, AVRDC, p. 347–357, 1986.

MUTHUGOUNDER, M; SUSHIL, S. N.; SELVAKUMAR, G.; BHATT, J. C.; GUJARB, G. T.; GUPTA, H. S. Differential toxicity of *Bacillus thuringiensis* strains and their crystal toxins against high-altitude Himalayan populations of diamondbackmoth, *Plutella xylostella* L. Pest Management Science. 65: 27–33, 2009.

OOI, P. A. C. Diamondback Moth in Malaysia. In: Talekar, N. S. & T.D. Griggs ed., Proceedings Of The First International Workshop. Taiwan, p.25-34, 1986.

SAKAI, M. Chemical control of diamond moth in Japan with special reference to Cartap. In: AVRDC. Diamond Moth Management. Proceedings of the First International Workshop. Tainan, Taiwan. 11-15 march 1985. Taiwan, AVRDC, p. 297-306, 1986.

TALEKAR, N. S. Diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International Workshop, 1990. Shanhua, Taiwan, Asian. Vegetable Research and Development Center, 603p, 1992.

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology and management of the diamondback moth. Annual Review of Entomology. 38: 273-301, 1993.

VILLAS BÔAS, G. L.; CASTELO BRANCO, M.; GUIMARÃES, A. L. Controle químico da traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal. Horticultura Brasileira. 8: 10-11, 1990.

**CAPÍTULO 1- AVALIAÇÃO DE ARMADILHAS DE FEROMÔNIO PARA O  
MONITORAMENTO DE MACHOS DE *PLUTELLA XYLOSTELLA* L.  
(LEPIDOPTERA: YPONOMEUTIDAE) EM CULTIVO DE BRÁSSICAS**

**RESUMO**

A traça das crucíferas *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) destaca-se como uma das pragas de maior expressão econômica no cultivo de brássicas no Brasil e em várias regiões do mundo. O uso intensivo de inseticidas químicos constitui a principal forma de controle das larvas, no entanto, os níveis de danos econômicos são necessários para reduzir as aplicações de inseticidas. Armadilhas de feromônio sexual são utilizadas como ferramenta para monitorar populações de insetos e indicar a época correta do tratamento. Os experimentos foram conduzidos em plantio de brócolis e couve-flor para avaliar a eficiência de feromônio na captura de *P. xylostella*. Foram instaladas armadilhas de feromônio em plantio orgânico e convencional em plantas de brócolis e couve-flor de novembro/2008 a fevereiro/2009 e de julho a novembro/2009. A captura de machos foi maior no plantio convencional do que no orgânico. As capturas foram baixas no outono e inverno quando comparadas à primavera e verão, e os resultados obtidos com armadilhas de feromônio demonstram que são úteis para indicar o nível populacional de insetos durante o cultivo.

**Palavras-chave:** Feromônio sexual; armadilhas; controle integrado.



**EVALUATION OF PHEROMONE TRAPS FOR MONITORING MALES OF  
*PLUTELLA XYLOSTELLA* (L.) (LEPIDOPTERA: YPONOMEUTIDAE) IN  
BRASSICACEOUS CROPS**

**ABSTRACT**

The diamondback moth *Plutella xylostella* is the most severe pest of cruciferous crops both in Brazil and elsewhere. Large amounts of insecticides are indiscriminately used for the control of larvae, and realistic economic damage levels are required in order to reduce insecticide applications. Sex pheromones are a useful tool to monitor insect populations and thus indicate the correct time for treatment. The experiments were conducted in broccolis and cauliflower plots to evaluate the efficiency of pheromones in the capture of *P. xylostella*. In the first one pheromone traps were installed in organic and conventional broccolis and cauliflower plots from November 2008 to February 2009 and from July to November 2009. Male captures were higher in the conventional plots than in the organically cultivated one. Captures were low in autumn and winter in comparison to spring and summer, and the results show that pheromone traps are a useful method to indicate population levels of adults in the crop.

**Key-words:** Sex pheromones; traps; integrated control.

## INTRODUÇÃO

A traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae), é considerada uma das pragas mais importantes de plantas da família Brassicaceae no Brasil e no mundo (Barros *et al.* 1993, Talekar & Shelton 1993). Acredita-se que a praga é originária da região Mediterrânea e da Ásia ocidental e central, onde se iniciaram os cultivos de brássicas (Hardy 1938; Bonnemaison 1965; Chua & Lim 1979). No Brasil é reconhecida como importante praga de brássicas cultivadas, datando de 1928 a primeira referência sobre sua presença no país (Bondar 1928).

Os danos por ela causados acarretam a depreciação do produto, atraso no crescimento da planta e até a sua morte. O custo para o controle desta praga pode representar até 50% do custo total da produção (Lim 1986).

O uso indiscriminado de inseticidas sem a prévia estimativa dos danos de *P. xylostella* nos cultivos tem aumentado os custos de produção, eliminado os inimigos naturais e selecionado populações da praga com resistência a diversos inseticidas de diferentes grupos químicos e princípios ativos (Zilahi-Balogh *et al.* 1995; Campos *et al.* 1997).

Uma alternativa para amenizar o problema é o monitoramento populacional de *P. xylostella*, por meio de armadilhas contendo como atrativo o seu feromônio sexual sintético (Baker *et al.* 1982; Hallett *et al.* 1995). O monitoramento das mariposas pode fornecer informações importantes para se estimar a população da praga e prever seus danos no cultivo, subsidiando desta forma a tomada de decisão quanto ao emprego de medidas de controle promovendo a redução das pulverizações (Jutsum & Gordon 1989).

Segundo Michereff *et al.* (2000), o feromônio sexual da fêmea de *P. xylostella* foi identificado por Chow *et al.* (1974). Atualmente, as formulações do feromônio sexual sintético, utilizadas comercialmente para o monitoramento, são constituídas por misturas binárias ou terciárias do (Z), 11-hexadecenal (Z11-16: Ald), mais o acetato de (Z), 11-hexadecenila (Z11-16: Ac) e o (Z)-11-hexadecenol (Z11-16:OH),

em proporções variáveis de acordo com a região de ocorrência da espécie (Talekar & Shelton 1993).

Variações nas respostas de machos da traça-das-crucíferas a feromônios foram observadas em Taiwan, Japão, Canadá e Indonésia (Maa 1986; Zilahi-Balogh *et al.* 1995), resultantes, provavelmente, de fatores externos, como variações sazonais do ambiente ou fatores internos, como diferenças genéticas das populações do inseto. Diferenças na resposta de machos são associadas também às combinações entre os componentes da formulação e à concentração de feromônio utilizada (Maa 1986; Talekar & Shelton 1993).

Segundo Imenes *et al.* (1999), trabalhos realizados nos Estados Unidos, Japão, Malásia, China, Canadá e Costa Rica demonstraram que a traça-das-crucíferas pode ser monitorada com o uso de armadilhas com feromônio sexual. Baker *et al.* (1982) monitoraram as populações de *P. xylostella* com armadilhas de feromônio em culturas de repolho em Nova York, correlacionando os adultos capturados com a subsequente presença de larvas na cultura. Chow *et al.* (1986) estudaram a influência dos fatores climáticos na resposta de machos à atratividade de feromônio sexual sintético.

No Brasil, há relativamente poucas pesquisas de campo sobre o uso de feromônio em armadilhas (Vilela *et al.* 1989; Furtado *et al.* 1998; Castelo Branco 1999). Michereff *et al.* (2000), verificaram que, para as nossas condições, a formulação de feromônio sexual sintético com proporções iguais entre Z-11, 16: Ald e Z-11, 16: Ac e com a presença de Z-11, 16: OH é a mais apropriada para a captura de machos de *P. xylostella*, visando o seu monitoramento populacional. Imenes *et al.* (1999), avaliaram a atratividade do feromônio sexual sintético, Bio Plutella<sup>®</sup>, em armadilhas adesivas do tipo delta, em cultivo orgânico de repolho, concluindo ser eficiente para a captura de machos da traça das crucíferas.

Os problemas fitossanitários buscam por soluções que sejam eficientes e competitivas, a fim de reduzir custos e minimizar os problemas ocasionados pelos inseticidas, destacando-se a importância de estudos sobre a aplicação prática de armadilhas de feromônio como ferramenta para o monitoramento e/ou controle das populações de insetos pragas.

Considerando o exposto anteriormente e sabendo-se da necessidade de estudos sobre a ocorrência da traça-das-crucíferas nas condições climáticas do sul do Brasil, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do feromônio sexual sintético na atratividade de adultos de *P. xylostella* no plantio orgânico e convencional de brássicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O monitoramento da traça das crucíferas *P. xylostella*, foi conduzido em área de plantio comercial de brássicas no Município de Colombo, Paraná, (25°17'30"S e 47°13'27"W), e altitude de 950 metros. O clima da região segundo a classificação de Köppen (1948) é Cfb subtropical super úmido, com verões frescos e geadas severas e freqüentes (média de cinco por ano), sem estação seca, com precipitação pluviométrica média anual de 1.500 mm. A temperatura média anual é de 16,5° C, sendo a do mês mais quente e mais frio de 20,1° C e 12,8° C respectivamente. O mês mais chuvoso é janeiro e o menos chuvoso é agosto.

Sob condições favoráveis as plantas de brócolis e couve-flor, têm o seu crescimento e o desenvolvimento divididos em quatro estádios: o primeiro, de 0 a 30 dias, compreende o crescimento inicial após a emergência das plântulas até a emissão de 5 a 7 folhas definitivas (momento do transplante); o segundo, de 30 a 60 dias, ocorre à fase de expansão das folhas externas; o terceiro, de 60 a 90 dias, caracteriza-se pela diferenciação e o desenvolvimento dos primórdios florais e das folhas externas. No quarto estágio, de 90 a 120 dias, ocorre o desenvolvimento da inflorescência (Kimoto 1993; May *et al.* 2007).

Na área de sistema de plantio orgânico, os produtores praticam o manejo recomendado pela agricultura orgânica. A área, após a colheita, passa por um período de pousio; o adubo verde (nabo forrageiro, ervilhaca ou restos de rotação de cultura, como o milho) é incorporado ao solo; o espaçamento entre linhas é de 0,80m e entre plantas de 0,50m; a adubação de plantio é feita com esterco de aves;

e quinzenalmente é feita a pulverização das folhas com urina de vaca (1 L de urina/100 L de água).

No plantio convencional, a área é preparada com grade aradora ou enxada rotativa, o solo fica exposto; o espaçamento entre linhas é de 0,80m e entre plantas 0,50m; a adubação de plantio é composta de adubo orgânico e químico, na adubação de cobertura aos 30 dias após o plantio é usado o adubo químico; o fertilizante foliar é pulverizado quinzenalmente após a adubação de cobertura e o controle das pragas e doenças é feito com defensivos, tais como piretróides e organofosforados. A Figura 1, mostra a localização das áreas orgânica (A) e convencional (B), distantes 0,7 quilômetro uma da outra.



**Figura 1-** Distância entre as áreas de plantio orgânico e convencional

A partir das observações realizadas nas áreas de plantio orgânico e convencional nas épocas em que se detectou a presença da praga, foram conduzidos os experimentos com feromônio sexual sintético de *P. xylostella* em três períodos: sendo o primeiro de 16/07 a 19/10/2008; segundo de 04/11/2008 a 03/02/2009 e o terceiro de 14/07/2009 a 17/11/2009.

Conforme a recomendação do fabricante, em todos os experimentos as armadilhas foram instaladas sobre estacas a 0,30 m do nível do solo, acima do ápice caulinar das plantas, elevando-as conforme o desenvolvimento das mesmas. Em cada área foi instalada uma armadilha no lote de couve-flor e uma armadilha no lote de brócolis. O modelo de armadilha utilizado foi do tipo delta, com piso adesivo, sendo colocado no centro o septo de borracha contendo o feromônio.

Primeiramente, foi realizado o monitoramento de machos da traça-das-crucíferas *P. xylostella*, por meio do feromônio sexual sintético Bio Plutella® da Empresa Biocontrole - Métodos de Controle de Pragas Ltda., no período de 16/07 a 19/10/2008. O experimento foi conduzido em duas áreas de sistemas distintos de plantio: 1) área orgânica - compreendendo 1 hectare, protegida com barreira vegetal de árvores nativas, topografia declivosa (Fig 2), tendo plantas recém transplantadas (com 35 dias após a emergência das plântulas, tendo de 5 a 7 folhas definitivas), cultivadas em lotes de 2000 pés de brócolis (*Brassica oleracea* variedade *italica*) híbrido BRO68 e 2000 pés de couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*) híbrido Barcelona e 2) área convencional - compreendendo 1 hectare, topografia plana (Fig 3), tendo plantas cultivadas recém transplantadas, no segundo estágio de desenvolvimento, em lotes de 2000 pés de brócolis híbrido BRO68 e 2000 pés de couve-flor híbrido Barcelona.



**Figura 2-** Área de plantio orgânico



**Figura 3-** Área de plantio convencional

As leituras das armadilhas foram realizadas a cada 15 dias, a partir de 23/07/2008, retirando-se as placas adesivas e substituindo-as por novas e fazendo-se a contagem dos machos capturados. As trocas dos septos de feromônio ocorreram aproximadamente a cada 30 dias após a instalação das armadilhas, sendo realizadas duas trocas em 23/08 e 24/09/2008.

Na seqüência, o monitoramento foi executado no período de 04/11/2008 a 03/02/2009, utilizando-se o feromônio sexual sintético ISCALure® de *P. xylostella* da Empresa Isca Tecnologias Ltda., sendo instaladas duas armadilhas por área em dois sistemas de plantio nas mesmas áreas utilizadas na primeira avaliação, conforme descritas anteriormente, contendo plantas recém transplantadas (com 35 dias após a emergência das plântulas, com 5 a 7 folhas definitivas), cultivadas tanto no sistema de plantio orgânico como no convencional, em lotes de 2000 pés de brócolis (*Brassica oleracea* variedade *italica*) híbrido BRO68 e 2000 pés de couve-flor (*B. oleracea* var. *botrytis*) híbrido Barcelona.

As leituras das armadilhas de feromônio sexual sintético de *P. xylostella* foram realizadas a cada 15 dias, a partir de 19/11/2008, retirando-se as placas adesivas e substituindo-as por novas e fazendo-se a contagem dos machos capturados. As trocas dos septos de feromônio foram realizadas em 02/12 e 30/12/2008.

A última instalação de armadilhas foi no período de 14/07/2009 a 17/11/2009, sendo utilizado o feromônio sexual sintético ISCALure® de *P. xylostella*, instalando-se duas armadilhas por área: 1) área orgânica com plantas recém transplantadas, cultivadas em lotes de 2000 pés de brócolis híbrido BRO68 e 2000 pés de couve-flor híbrido Barcelona e 2) área convencional tendo plantas cultivadas em lotes de 2000 pés de brócolis híbrido BRO68 e 2000 pés de couve-flor híbrido Barcelona.

As leituras foram iniciadas em 28/07/2009, retirando-se as placas adesivas e substituindo-as por novas e fazendo-se a contagem dos machos capturados. As trocas dos septos de feromônio ocorreram aproximadamente a cada 30 dias após a instalação das armadilhas. Nesta etapa foram realizadas três trocas dos septos contendo feromônio sexual sintético em 11/08, 15/09 e 20/10/2009.

A partir dos 90 dias, em função do final de ciclo das plantas (13/10/2009), as armadilhas foram transferidas para áreas próximas com plantas recém-transplantadas de couve-flor híbrido Barcelona, sendo duas armadilhas num lote de 2000 plantas na área orgânica e duas armadilhas num lote de 2000 plantas na área convencional. Na área de plantio orgânico o plantio de couve-flor foi subsequente ao pousio após o cultivo do milho.

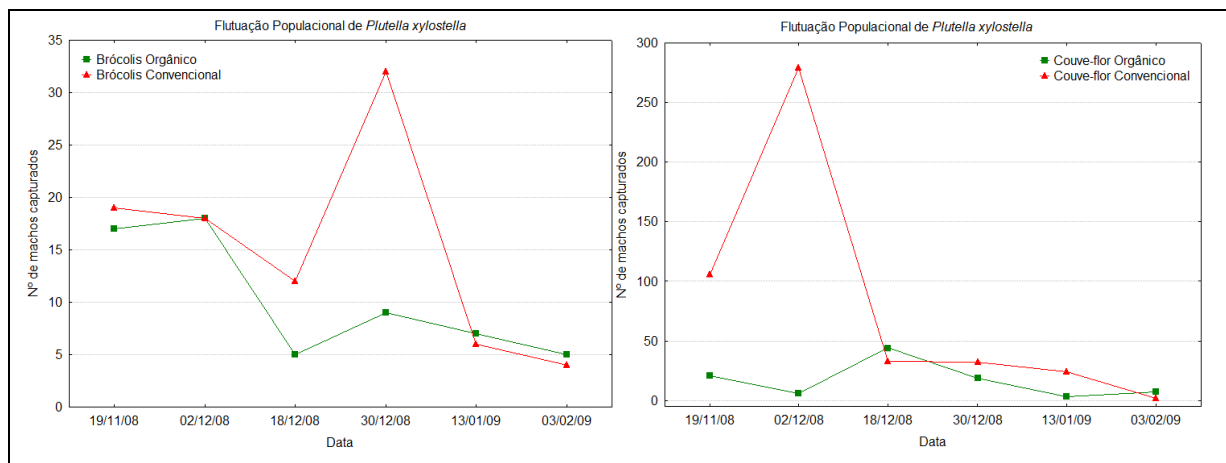
A influência de fatores abióticos sobre a abundância de adultos de *P. xylostella* foi avaliada com a utilização de regressão múltipla pelo método *stepwise* (Draper & Smith, 1981), considerando apenas o período de ocorrência da praga em campo. A contribuição de cada uma das variáveis foi determinada pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e pelo valor de *p*. Quando a abundância de *P. xylostella* foi selecionada como variável dependente considerou-se que a cultura (variável *dummy* C = 1 para brócolis e 0 para couve-flor), o manejo (variável *dummy* E = 1 para orgânico e 0 para convencional), a temperatura mínima e máxima (°C), a precipitação (mm), a umidade relativa (%) e o ciclo da planta (época de plantio) podem influenciar a abundância da praga. Foi utilizado um nível de significância de 0,3 para a entrada das variáveis na regressão múltipla pelo método de *stepwise*. A análise foi realizada com o software Statistica 8.0 (Statsoft, 2008).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade populacional de *Plutella xylostella* realizada com o uso de feromônio sexual sintético, durante o período amostrado (24/06/2008 a 19/10/2008), teve como número total de machos de *P. xylostella* capturados por armadilhas contendo o feromônio Bio Plutella, de 36 no cultivo orgânico e de 20 no cultivo convencional. Esses valores foram considerados baixos, conforme dados não publicados por Marchioro, que registrou neste mesmo período na área orgânica uma alta densidade de larvas de *P. xylostella*, que variou de 8 a 142 lagartas por 30 plantas amostradas, quando as plantas encontravam-se no terceiro estágio de desenvolvimento.

A média de machos de *P. xylostella* coletados no período de 04/11/2008 a 03/02/2009, em duas armadilhas utilizando o feromônio ISCALure<sup>®</sup> Plutella, (Fig 4), variou de 2 a 279 no plantio de couve-flor convencional e de 3 a 44 no plantio orgânico. Nas duas primeiras amostragens a captura de machos no plantio convencional foi mais que o dobro da observada no plantio orgânico, chegando a atingir 279 exemplares por armadilha, sendo que as duas culturas nos dois sistemas de plantio se encontravam no segundo estágio de desenvolvimento. Também no plantio de brócolis convencional a média de machos capturados foi de 4 a 32, captura superior a realizada no plantio orgânico, a qual obteve de 5 a 18. Posteriormente, em 30/12 e 13/01, novamente a captura de machos no plantio convencional foi cerca de duas vezes maior que no plantio orgânico; as culturas encontravam-se no quarto estágio.



**Figura 4-** Número de machos de *Plutella xylostella* capturados em duas armadilhas delta contendo o feromônio sexual sintético em plantio de brócolis e couve-flor em cultivo orgânico e convencional no período de 04/11/2008 a 03/02/2009

Segundo Ventura *et al.* (2006), o ataque à folha de brócolis por *Diabrotica speciosa* foi significativamente reduzido no sistema de plantio orgânico, tendo 90% de preferência por folhas cultivadas no sistema convencional. Na agricultura orgânica, solos com maior teor de matéria orgânica e atividade biológica geralmente apresentam boa fertilidade. A produção agrícola em tais solos apresenta baixa incidência de pragas, cuja redução pode ser atribuída ao baixo conteúdo de nitrogênio (N) em culturas orgânicas. Práticas agrícolas, como o uso excessivo de fertilizantes inorgânicos, podem causar desequilíbrio nutricional (Altieri & Nicholls 2003).

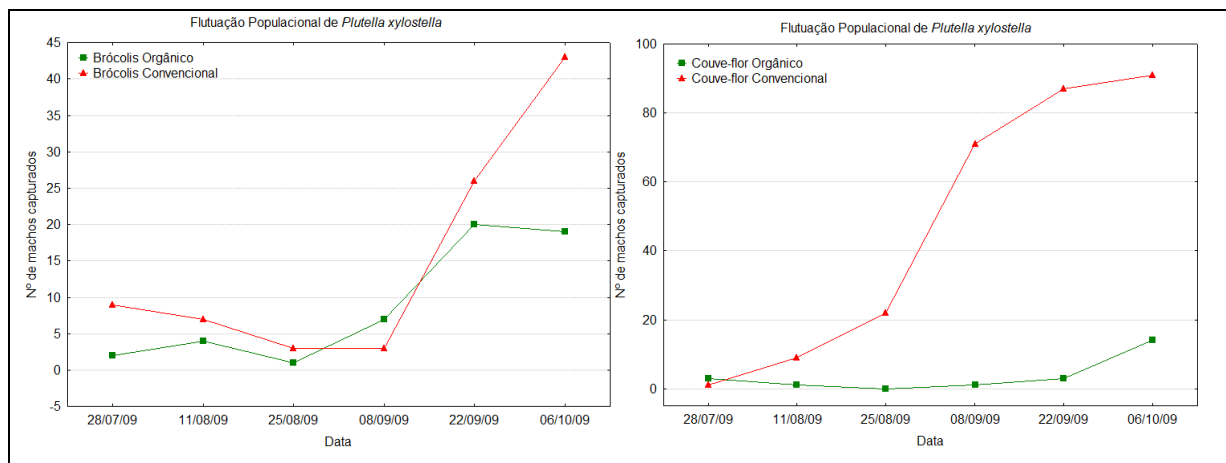
Conforme os dados climáticos ocorridos durante o experimento, verifica-se que tanto a umidade relativa como precipitação, não foram significativos a ponto de explicar a densidade de adultos de *P. xylostella* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise de regressão múltipla pelo método *stepwise* considerando a abundância de *P. xylostella* como variável dependente e fatores abióticos como variáveis independentes

Variável	Coeficiente	EP	Valor de t	p	R <sup>2</sup> cumulativo
Constante	-190,754	123,386	-1,546	0,128	-
Manejo	-29,700	9,638	-3,082	0,003	0,128
Cultura	-25,828	9,917	-2,604	0,012	0,204
Umidade relativa	3,040	1,535	1,981	0,053	0,231
Precipitação	-0,206	0,145	-1,421	0,161	0,258

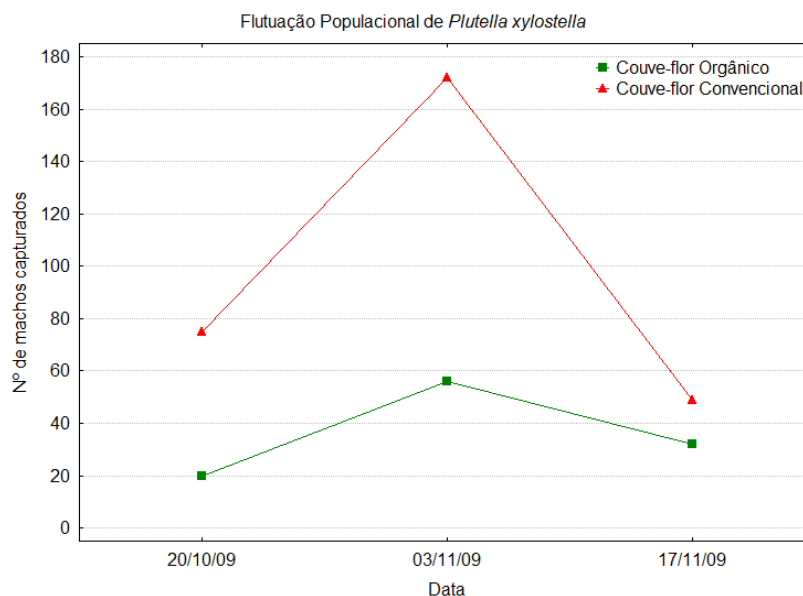
O pico registrado nas duas primeiras amostragens no plantio de couve-flor convencional pode ser atribuído ao estágio de desenvolvimento das plantas, que se encontravam no segundo estágio de desenvolvimento (30 a 60 dias), onde ocorre a fase de expansão das folhas externas, conforme descrito por Barros *et al.* (1993). Os mesmos autores verificaram uma relação direta entre o desenvolvimento fenológico da cultura e o aumento da praga no campo, indicando que as medidas de controle devem ser adotadas logo após o transplântio das mudas.

Durante o período de 14/07/2009 a 06/10/2009 o número de machos capturados, utilizando o feromônio ISCALure<sup>®</sup> Plutella (Fig 5), em duas armadilhas no plantio de brócolis orgânico variou de 1 a 20 e no plantio de brócolis convencional de 3 a 43. No plantio de couve-flor orgânico a média de machos capturados foi de 0 a 14, sendo inferior à captura obtida no plantio de couve-flor convencional, a qual variou de 1 a 91. Como na etapa anterior, o número de machos capturados foi maior no sistema convencional de cultivo do que no plantio orgânico.



**Figura 5-** Número de machos de *Plutella xylostella* capturados em duas armadilhas delta contendo o feromônio sexual sintético em plantio de brócolis e couve-flor em cultivo orgânico e convencional no período de 14/07/2009 a 06/10/2009

Após a mudança das armadilhas para novas áreas, em função do término do ciclo das culturas no final de setembro, a densidade de machos no plantio orgânico variou de 6 a 31, enquanto que no plantio convencional a variação foi de 18 a 104, sendo novamente maior nas três amostragens realizadas entre o final de outubro e final de novembro, como observado nos plantios anteriores (Fig 6).



**Figura 6-** Número de machos de *Plutella xylostella* capturados em duas armadilhas delta contendo o feromônio sexual sintético em cultivo orgânico e convencional de couve-flor híbrido Barcelona no período de 06/10/2009 a 17/11/2009

Segundo França *et al.* (1985), a precipitação reduz o número de ovos nas folhas, além de causar a morte de larvas. No entanto, a precipitação ocorrida não afetou significativamente a densidade de adultos de *P. xylostella*, conforme observado na Tabela 1.

A distinção entre os sistemas de plantio orgânico e convencional pode estabelecer uma forma de controle na densidade de *P. xylostella*. Em sistemas diversificados de produção, a abundância e a diversidade de inimigos naturais tendem a ser maiores por existirem melhores condições para sua sobrevivência e reprodução, proporcionadas pela maior disponibilidade de microhabitat adequado, de nichos de refúgio e/ou hibernação, de fontes de pólen e néctar, e de presas ou hospedeiros alternativos (Altieri *et al.* 2003, Norris & Kogan 2005).

A densidade de *P. xylostella* observada nos dois sistemas de plantio pode estar relacionada com as características de cada área. A área de plantio orgânico é caracterizada pela proteção de árvores nativas no seu entorno, sendo o solo geralmente coberto, a rotação de culturas é realizada com adubos verdes e a área passa por um período de pousio. Estes fatores favorecem o equilíbrio do ambiente, propiciando o abrigo para inimigos naturais, tais como parasitóides e predadores. Já na área de plantio convencional existia uma barreira vegetal somente em um dos lados, o solo é constantemente lavrado, geralmente o plantio é subsequente, tendo plantas de diferentes idades, sendo este ambiente propício à praga da planta cultivada e pouco atraente aos inimigos naturais.

Além desses aspectos, o uso abusivo de inseticidas também pode provocar um aumento na densidade populacional de *P. xylostella* em plantios convencionais de brássicas. O uso intensivo de inseticidas químicos, propicia a resistência de insetos praga e a eliminação de inimigos naturais (Talekar & Shelton 1993). Ayalew & Ogol (2006), relataram que a alta densidade de *P. xylostella* em geral está associada com o intenso uso de pesticidas e consequentemente ao baixo nível de parasitismo. Aplicações de produtos fitossanitários de alta toxicidade e largo espectro de ação estão sendo reconhecidas por diversos autores como a principal causa de desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas, provocando fenômenos como ressurgência de pragas, aumento de pragas secundárias e seleção de

populações de insetos resistentes (Nakano 1986, Gerson & Cohen 1989, Soares & Busoli 1995).

Os resultados mostraram que a incidência de adultos é acentuadamente maior em plantios convencionais de brócolis e couve-flor do que em plantios orgânicos. O uso de feromônio se constitui em uma técnica útil para monitorar a flutuação populacional de *P. xylostella*, corroborando os dados de Castelo Branco (1999), que com armadilhas de feromônio e aplicações de inseticidas conseguiu uma redução de 50% no número de aplicações.

## CONCLUSÕES

O feromônio sexual sintético é uma ferramenta eficaz no monitoramento de machos de *P. xylostella*;

O feromônio sexual sintético de formulação comercial da empresa Isca – Tecnologias Ltda., exerceu atratividade a machos de *P. xylostella* em cultivos comerciais de brássicas na região sudeste do Paraná,

O feromônio sexual sintético Bio Plutella<sup>®</sup>, formulação comercial da empresa Biocontrole – Métodos de Controle de Pragas Ltda., exerceu baixa atratividade a machos de *P. xylostella* em cultivos comerciais de crucíferas na condição experimental avaliada;

No sistema de cultivo orgânico o número de machos capturados foi menor do que no sistema de cultivo convencional;

A densidade populacional de *P. xylostella*, foi superior na cultura de couve-flor quando comparado à cultura de brócolis;

Dentro do período de avaliação de captura de machos realizado neste experimento, a traça-das-crucíferas, *P. xylostella*, no município de Colombo – Pr, foi encontrada desde o início do mês de agosto até o início do mês de fevereiro.

## REFERÊNCIAS

Altieri M A, Nicholls C I (2003) Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, Berkeley, 72: 203-211.

Altieri M A, Silva E N, Nicholls C I (2003) O papel da biodiversidade no manejo de pragas. *Ribeirão Preto, Holos*, 226p.

Ayalew G, Ogol C K P O (2006) Occurrence of the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) and its parasitoids in Ethiopia: influence of geographical region and agronomic traits. *J Appl Entomol* 130: 343–348.

Baker P B, Shelton A M, Andalaro J T (1982) Monitoring of diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) in cabbage with pheromones. *J Econ Entomol* 75: 1025-1028.

Barros R I B, Albert Júnior A J, Oliveira A C F S, Loges V (1993) Controle químico da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho. *An Soc Entomol Bras* 22: 463-469.

Bondar G (1928) Uma séria praga do repolho na Bahia *Plutella maculipennis* Curtis. *Chác Quint* 38: p. 602.

Bonnemaison L (1965) Insect pests of crucifers and their control. *Annu Rev Entomol* 10: 233-256.

Campos L C A, Castelo Branco M, Junqueira A M R (1997) Suscetibilidade de três populações de traça-das-crucíferas a *Bacillus thuringiensis*. *Hortic Bras* 15: 40-42.

Castelo Branco M (1999) Associação de armadilhas de feromônio e número de machos coletados para a redução do uso de inseticidas no controle da traça das crucíferas. *Hortic Bras* 17: p. 280.

Chow Y S, Chiu S C, Chien C C (1974) Demonstration of a sex pheromone of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Ann Entomol Soc Am* 67: 510-519.

Chow Y S, Lin Y M, Teng H J (1986) Morphological And Biological Evidence For The Presence Of A Male Sex Pheromone Of The Diamondback Moth. In: International Workshop of Diamondback Moth Management, 1. Tainan, Taiwan. Proceedings of The First International Workshop. p. 103-113.

Chua T H, Lim B H (1979) Distribution pattern of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on choy-sum plants. Z Ang Entomol 88: 170-175.

França F H, Cordeiro C M T, Giordano L, Resende A M (1985) Controle da traça das crucíferas em repolho. Horti Bras 3: 50-51.

Furtado M F, Vilela E F, Michereff Filho M, Lima E R, Mafra Neto A (1998) Atratividade de machos de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) a diferentes formulações de feromônio sexual sintético. In: XVII Congresso Brasileiro de Entomologia, 17, Rio de Janeiro, RJ. Resumos. 48 p.

Gerson V, Cohen E (1989) Ressurgences of spider mites (Acari: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. Exp Appl Acarol 6: 29-46.

Hallett R H, Angerilli N P D, Borden J H (1995) Potential for a sticky trap monitoring system for the diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) on cabbages in Indonesia. Int J Pest Manag London, 41: 205-207.

Hardy J E (1938) *Plutella maculipennis* Curtis its natural and biological control in England. Bull Entomol Res 29: 343-372.

Imenes S D L, Campos T B, Rodrigues Netto S M, Bergmann E C (1999) Avaliação da atratividade de feromônio sexual sintético da traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), em cultivo orgânico de repolho. In: XII Reunião Anual do Instituto Biológico. São Paulo. Arquivos do Instituto Biológico. São Paulo: Instituto Biológico, 66: 166 p.

Jutsum A R, Gordon R F S (1989) Pheromones: importance to insects and role in pest management, In: Jutsum A R, Gordon R F S (Ed.). Insect pheromones in plant protection. New York: J. Wiley, p.1-16.



Kimoto, T (1993) Nutrição e Adubação de repolho, couve-flor e brócolis. In: Nutrição e adubação de hortaliças. Jaboticabal, 1993, p. 149-177. Anais. Jaboticabal, UNESP.

Köppen W (1948) Climatologia. México, Buenos Aires. Ed. Fundo de Cultura Econômica, 466 p.

Lim G S (1986) Biological control of diamondback moth. In: Talekar N S, Management of Diamondback moth and other crucifers pests: Proceedings of the first International Workshop, 11-15 mars, 1985, p.159-171. Tainan, Taiwan. Asian Vegetable Research and Development Center.

Maa C J W (1986) Ecological approach to male diamondback moth response to sex pheromone. In: Diamondback Moth Management International Workshop, 1, Tainan. Proceedings. Tainan: Asian Vegetable Research and Development Center, p. 109-123.

May A, Tivelli S W, Vargas P F, Samra A G, Sacconi L V, Pinheiro M Q (2007) A cultura da couve-flor. Campinas: Instituto Agrônômico, 36 p. (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 200).

Michereff M F F, Vilela E F, Michereff Filho M, Mafra-Neto A (2000) Uso do feromônio sexual sintético para captura de machos da traça-das-crucíferas. Pesqui agropecu bras 35: 1919-1926.

Nakano O (1986) Avanços na prática do controle de pragas. Informação Agropecuário, 12: 55-59.

Norris R F, Kogan M (2005) Ecology of interactions between weeds and arthropods. Annu. Rev. Entomol. 50: 479-503.

Soares J J, Busoli A C (1995) Comparação entre métodos de amostragem para artrópodos predadores associados ao algodoeiro. An Soc Entomol Bras 24: 551-556.

Statsoft (2008) Inc. Statistica (data analysis software system), version 8. (Software Estatístico).

Talekar N S, Shelton A M (1993) Biology, ecology and management of the diamondback moth. *Annu Rev Entomol* 38: 273-301.

Ventura M U, Otutumi A, Neves P M O (2006) Feeding preference of *Diabrotica speciosa* (Ger.) (Coleoptera: Chrysomelidae) by broccoli leaves from natural, organic and conventional farming systems. *Semina, Londrina*, 27: 43-46.

Vilela E F, Ferreira J T B, Gasparotto J V, Moura J I L (1989) Feromônios no controle de pragas. *Ciência Hoje* 10: 32-39.

Zilahi-Balogh G M G, Angerilli N P D, Borden J H, Meray M, Tulung M, Sembel D (1995) Regional differences in pheromone response of diamondback moth in Indonesia. *Int J Pest Manag, London*, 41: 201-204.

**CAPÍTULO 2- EFICIÊNCIA DE DUAS FORMULAÇÕES DE *BACILLUS THURINGIENSIS* BERLINER (EUBACTERIALES: BACILLACEAE) PARA O CONTROLE DE LARVAS DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS, *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. (LEPIDOPTERA: YPONOMEUTIDAE)**

**RESUMO**

Larvas de *Plutella xylostella* L. são as principais pragas de brássicas cultivadas e o uso excessivo e indiscriminado de inseticidas tem levado a resistência da espécie para diferentes grupos de inseticidas. Este trabalho foi conduzido para avaliar a toxicidade de duas formulações de *Bacillus thuringiensis* para larvas de primeiro e terceiro ínstar de *P. xylostella*. Concentrações entre 125 e 500g/100L de água do produto comercial foram avaliadas e comparadas com o inibidor do crescimento diflubenzuron e com o piretróide deltametrina. A eficiência dos inseticidas foi comparada em plantas tratadas e mantidas dentro e fora da casa de vegetação. Foi avaliado se a adição de óleo vegetal e mineral melhora a aderência dos inseticidas nas folhas. Ambas as linhagens de *Bacillus thuringiensis*, Agree (vars. aizawai + kurstaki) e Dipel (var. kurstaki) foram eficientes na mortalidade de larvas de *P. xylostella*, e permaneceram ativas por até 15 dias após o tratamento. Os resíduos expostos em condições do tempo perderam seu efeito mais rápido do que plantas mantidas dentro da casa de vegetação. Diflubenzuron e deltametrina foram ineficientes para o controle das larvas, e a adição do óleo mineral na solução não melhorou a eficiência dos tratamentos. Larvas de terceiro ínstar foram mais suscetíveis ao *B. thuringiensis* do que larvas de primeiro ínstar, devido ao hábito destas de penetrarem no parênquima das folhas e formar um túnel onde permanecem abrigadas até o segundo ínstar.

**Palavras-chave:** Bioinseticida; entomopatógenos; inseticida microbiano; efeito residual; óleo mineral.

**EFFICIENCY OF TWO FORMULATIONS OF *BACILLUS THURINGIENSIS*  
BERLINER (EUBACTERIALES: BACILLACEAE) FOR THE CONTROL OF  
DIAMONDBACK MOTH LARVAE, *PLUTELLA XYLOSTELLA* L. (LEPIDOPTERA:  
YPONOMEUTIDAE)**

**ABSTRACT**

Larvae of *Plutella xylostella* L. are the main pest of brassica crops and the excessive and indiscriminate use of insecticides has led to the resistance of the species to different insecticide groups. This work was conducted to evaluate two formulations of *Bacillus thuringiensis* to first and third instar of *P. xylostella*. Concentrations between 125 and 500g/100L water of the commercial products were evaluated and compared to the insect growth inhibitor diflubenzuron and to the pyrethroid deltamethrin. The efficiency of the insecticides was compared in treated plants exposed to natural weather conditions and plants kept inside a greenhouse. The addition of mineral oil to improve adherence of the insecticides to the leaves of cabbage was evaluated. Both lineages of *B. thuringiensis*, Agree (vars. aizawai + kurstaki) and Dipel (var. kurstaki) were effective against *P. xylostella* larvae, and remained active up to 15 days after treatment. Residues of the insecticides on the plants exposed to weather conditions lost their effect faster than residues in plants kept inside the greenhouse. Diflubenzuron and deltamethrin were ineffective to the larvae, and the addition of mineral oil to the solutions did not improve the efficiency of the treatments. Third instar larvae were more susceptible to *B. thuringiensis* than first instar ones, due to the habit of the latter to tunnel into the leaves and remain hidden until the second instar.

**Key-words:** Bioinsecticide; microbial insecticide; entomopathogens; residual effect; mineral oil.

## INTRODUÇÃO

A traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae), é uma praga cosmopolita, referida como causadora de elevados prejuízos em brássicas, e de modo particular em repolho, tanto no Brasil (Castelo Branco *et al.* 1996; França & Medeiros 1998), quanto em outros países (Talekar & Shelton 1993, Godin & Boivin 1998). Seu ciclo de vida é influenciado pela temperatura, podendo haver até 15 gerações por ano. A 15°C o ciclo se completa em 28 dias, enquanto que a 35°C o mesmo se reduz para 11 dias (Ho 1965; Balachowsky 1966; Ooi & Kelderman 1979). Durante o verão, a precipitação reduz o número de ovos nas folhas, além de causar a morte das larvas. Logo, a época seca é a mais favorável ao desenvolvimento desse inseto-praga (França *et al.* 1985).

As lagartas, a partir do segundo estágio, perfuram as folhas das cabeças de repolho, diminuindo o valor comercial do produto, podendo ocasionar prejuízos de até 100% nas cabeças, classificadas como inadequadas para o comércio (Ooi & Kelderman 1979). Segundo Barros *et al.* (1993), existe uma relação direta entre o desenvolvimento fenológico da cultura e o aumento dos danos ocasionados pela praga, os quais, por serem irreversíveis, impõem que as medidas de controle sejam adotadas ainda no início da formação das cabeças.

O controle químico é o método mais empregado para reduzir os danos desta praga; em geral, utiliza-se grande número de aplicações por ciclo da cultura, podendo chegar a 15 a 20, independente da presença da praga no campo (Lim 1990; Carballo 1992; Sampson 1992). O manejo da traça das crucíferas é dificultado pela velocidade com que a praga desenvolve resistência a inseticidas, sendo considerado o lepidóptero que se tornou resistente à maior quantidade de princípios ativos. Sua resistência contabiliza mais de 51 ingredientes ativos (Vasquez 1995).

Como alternativa ao controle químico, métodos biológicos têm sido pesquisados e desenvolvidos, principalmente baseados no uso de inimigos naturais, como parasitóides, predadores e microorganismos entomopatogênicos (Monnerat & Bordat 1998).

Bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis* são produzidos comercialmente desde 1970 e representam, atualmente, mais de 90% do mercado de produtos biológicos para o controle de pragas (Dias *et al.* 2004). Esta bactéria se destaca por apresentar atividade tóxica contra cerca de 130 espécies de insetos das ordens Lepidoptera, Diptera e Coleoptera, onde se incluem importantes pragas agrícolas, entre as quais *P. xylostella*. O que caracteriza *B. thuringiensis* é a produção de uma inclusão protéica de formato cristalino, que confere a essa bactéria sua característica entomopatogênica (Herrnstadt *et al.* 1986).

O uso de bioinseticidas à base de *B. thuringiensis*, com sucesso no mundo contribuiu para a substituição ou redução dos inseticidas convencionais em diversas áreas e para o incentivo de novas pesquisas sobre a utilização desta bactéria na agricultura (Van Frankenhuyzen 1993).

Este trabalho teve como objetivo comparar a eficiência de duas formulações de *B. thuringiensis* em relação a um inibidor do crescimento e um inseticida neurotóxico no controle de *P. xylostella*. Avaliou-se a toxicidade de *B. thuringiensis* a larvas de primeiro e terceiro instar e o efeito residual dos tratamentos por até 15 dias após a aplicação. A persistência de *B. thuringiensis* foi comparada entre plantas tratadas e mantidas dentro e fora da casa de vegetação por um período de até 15 dias após a pulverização dos inseticidas. Em vista da aparentemente pequena aderência dos produtos às folhas de repolho, avaliou-se o efeito de óleo mineral que incrementasse a aderência das soluções às folhas em comparação a tratamentos idênticos sem a adição do óleo mineral.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Obtenção e criação de *Plutella xylostella***

Os insetos foram obtidos da criação estoque do Laboratório de Controle Integrado de Insetos, da UFPR, originários de plantios comerciais de brássicas do município de Colombo (25° 17' 31" S, 49° 13' 26" W), PR, criados desde 2007 em folhas de couve-flor (*B. oleracea* variedade *botrytis*) híbrido Barcelona e brócolis (*Brassica oleracea* variedade *italica*) híbrido BRO68.

As lagartas de *P. xylostella* foram criadas em placas de petri de 18 cm de diâmetro, forradas com papel absorvente, contendo folhas de brócolis. As lagartas permaneceram nesse recipiente até empuparem, quando foram individualizadas em potes de polietileno de 2 cm de diâmetro por 4 cm de altura.

Os adultos foram mantidos em gaiolas plásticas de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura. Como estímulo para oviposição utilizou-se uma folha de brócolis cortada em forma de quadrado com área aproximada de 25 cm<sup>2</sup> e posicionada na tampa recortada da gaiola. A folha de brócolis foi encaixada entre duas tampas plásticas sobrepostas, sendo que a tampa inferior foi revestida internamente com papel sulfite e apresentava uma área recortada em forma de quadrado de 16 cm<sup>2</sup> (Fig 1). A folha de brócolis ficou exposta para os adultos na parte interna da gaiola através da superfície recortada da tampa inferior. As fêmeas ovipositaram ao redor da folha de brócolis, na superfície interna revestida da tampa da gaiola. A cada 3 dias, o papel contendo os ovos foi retirado e a folha de brócolis foi substituída. O alimento dos adultos foi fornecido em recipientes plásticos de 2 cm de diâmetro preenchidos com algodão hidrófilo embebido em uma solução de mel diluído em água a 10%. A criação foi mantida em câmara climatizada a 20 ± 1°C, umidade relativa de 60 ± 10% e fotoperíodo de 12:12 horas (Claro:Escuro).



**Figura 1.** Esquema de montagem da gaiola para adultos de *P. xylostella*

## **Cultivo do repolho *Brassica oleracea* em casa de vegetação**

As plantas foram cultivadas em casa de vegetação, no Setor de Ciências Agrárias da UFPR. Foram produzidas mudas de repolho híbrido Fuyutoyo (Sakata sementes), adquiridas no viveiro comercial Mudas Tamandaré localizado no Município de Almirante Tamandaré.

### **Preparo dos vasos**

O cultivo foi realizado em vasos de polietileno Nutriplan, nº5, cor preto, preparado sete dias antes do transplante das mudas com uma camada de 1 cm de fibra de coco na base, sendo completado com substrato esterilizado Plantmax HT<sup>®</sup> + 100 gramas de esterco de aves curtido.

### **Transplante das mudas**

As mudas foram transplantadas para os vasos e irrigadas diariamente com regador manual. Aos 15 dias após o transplante foi feita a adubação de cobertura incorporando ao substrato inicial 100 gramas de esterco de aves curtido.

### **Experimento 1- Efeito residual de *Bacillus thuringiensis* sobre lagartas de primeiro e terceiro ínstar**

Aos 45 dias após o transplante (04/05/2009), as plantas foram pulverizadas utilizando-se pulverizador costal manual com bico cônico; com pressão de trabalho de 0,7 a 2,8 kgf/cm<sup>2</sup>; a aplicação foi uniforme até o ponto de escorrimento, com os seguintes tratamentos: 1- testemunha com água; 2- Dimilin (Diflubenzuron 25PM) (100g de produto comercial/100 litros de água); 3- Dipel (*B. thuringiensis* variedade *kurstaki*) (500g p.c./100 litros de água) e 4- Agree (*B. thuringiensis* var. *aizawai* GC 91, transconjugado (híbrido) com toxinas de *B. thuringiensis kurstaki*) (500g p.c./100 litros de água). Após a pulverização aguardou-se a secagem natural das folhas e em seguida foi coletada uma folha de cada repetição para avaliar a eficiência de cada produto (zero DAP- dia após pulverização). Aos três, seis, 10 e 15 DAP outras folhas foram retiradas das plantas mantidas na casa de vegetação e ofertadas a novas lagartas de mesma idade da primeira avaliação. Através desse procedimento,



avaliou-se a persistência dos tratamentos nas folhas por até 15 DAP (dias após a pulverização) dos tratamentos.

Em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, acondicionou-se a folha de repolho cortada em discos de 10 cm de diâmetro sobre papel toalha, inoculando-se 10 lagartas de primeiro instar. As placas foram mantidas em câmara climatizada a  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12:12 horas (Claro:Escuro).

As avaliações foram realizadas 24, 48, 72 e 96 horas após a instalação do experimento, considerando a mortalidade larval em zero, três, cinco, 10 e 15 DAP.

O mesmo experimento foi realizado em 04/07/2009 utilizando lagartas de terceiro ínstar utilizando-se os mesmos tratamentos aplicados a larvas de primeiro ínstar.

**Experimento 2** - Efeito da adição de óleo vegetal ao *Bacillus thuringiensis* na mortalidade de *P. xylostella* em plantas mantidas dentro e fora de casa de vegetação

Neste experimento, devido à observação de que nas plantas pulverizadas nos experimentos anteriores com o inseticida biológico diflubenzuron, não apresentou uma boa aderência à superfície das folhas e pela sua baixa eficiência, utilizou-se o óleo vegetal como adjuvante a fim de verificar se a inclusão do óleo poderia aumentar a eficiência desse tratamento.

Aos 45 dias após o transplante (15/08/2009), as plantas foram pulverizadas com pulverizador costal manual, bico cônico com pressão de trabalho de 0,7 a 2,8 kgf/cm<sup>2</sup>; a aplicação foi uniforme até o ponto de escorrimento, com os seguintes tratamentos: 1- testemunha com água + óleo vegetal Dimy na concentração de 250ml/100 litros de água; 2- Dimilin (Diflubenzuron 25PM) (100g p.c./100 litros de água) + óleo vegetal Dimy (250ml p.c./100 litros de água); 3- Agree (*B. thuringiensis* var. *aizawai* GC 91, transconjugado (híbrido) com toxinas de *B. thuringiensis kurstaki*) (500g p.c./100 litros de água) e 4- Dipel (*B. thuringiensis* variedade *kurstaki*) (500g p.c./100 litros de água).

Após a pulverização foram escolhidos ao acaso cinco vasos de planta de cada tratamento para acondicionamento fora e os cinco restantes dentro da casa de

vegetação. Os 20 vasos mantidos dentro da casa de vegetação foram colocados sobre o piso, irrigados diariamente e a temperatura diária do ambiente foi medida com termômetro de máxima e mínima. Os vasos expostos fora da casa de vegetação também em número de 20, foram colocados sobre o solo, irrigados diariamente e a temperatura do ambiente acompanhada pelos dados do Simepar.

Aguardou-se a secagem natural das folhas e em seguida coletou-se uma folha de cada repetição para avaliar a eficiência dos produtos (zero DAP). Aos três, seis, 10 e 15 DAP, novas folhas foram retiradas das plantas mantidas fora e dentro da casa de vegetação e ofertadas a novas lagartas de mesma idade da primeira avaliação (zero DAP). Através desse procedimento, avaliou-se a persistência dos inseticidas nas folhas por até 15 dias após a aplicação.

Em placas de Petri, acondicionou-se a folha de repolho cortada em discos de 10 cm de diâmetro sobre papel toalha, inoculando-se 10 lagartas de terceiro instar. As placas foram mantidas em câmara climatizada a  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12:12 horas (Claro:Escuro). As avaliações foram realizadas às 24, 48, 72 e 96 horas após a instalação do experimento, avaliando-se a mortalidade larval aos zero, três, cinco, 10 e 15 DAP.

Durante o período de realização do experimento, dados de precipitação mostram que a precipitação ocorreu entre o terceiro e o quinto dia após a pulverização das plantas, variando de 0,2 a 25,0 mm de chuva (Tabela 1).

**Tabela 1.** Temperaturas máximas e mínimas dentro e fora da casa de vegetação e precipitação durante o período de 15/08 a 30/08/2009

Data	Dentro Máx.(°C)	Dentro Mín.(°C)	Fora Máx.(°C)	Fora Mín.(°C)	Precipitação (mm)
15/8	31	10,5	24,8	9,6	0,0
16/8	38,5	9	26,0	10,5	0,0
17/8	39,5	12,5	23,1	14,3	0,0
18/8	23,5	14	17,8	13,4	11,0
19/8	24	16	21,9	13,9	8,8
20/8	26	14	19,0	13,1	25,2
21/8	16	6	15,0	7,1	0,2
22/8	21	7	14,4	6,3	0,0
23/8	26	5,5	15,4	9,4	0,0
24/8	29	12	18,4	11,6	0,8
25/8	23,5	11,5	18,5	11,4	0,8
26/8	38	12	20,6	11,4	0,0
27/8	36,5	11	23,4	9,8	0,0
28/8	38,5	12	25,1	12,1	0,0
29/8	33,5	6	27,1	8,0	0,0
30/8	40,5	13	28,4	10,7	0,0

Fonte: Simepar-Pr, 2009.

**Experimento 3** - Efeito do inseticida neurotóxico em relação ao *Bacillus thuringiensis* na mortalidade de *P. xylostella* em plantas mantidas dentro e fora de casa de vegetação

Aos 45 dias após o transplante (26/09/2009), as plantas foram pulverizadas com pulverizador costal manual, bico cônico com pressão de trabalho de 0,7 a 2,8 kgf/cm<sup>2</sup>; a aplicação foi uniforme até o ponto de escorrimento, com os seguintes tratamentos: 1- testemunha com água; 2- Decis (Deltametrina 25CE) (30ml p.c./100 litros de água); 3- Agree (*B. thuringiensis* var. *aizawai* GC 91, transconjugado (híbrido) com toxinas de *Bacillus thuringiensis kurstaki*) (250g p.c./100 litros de água) e 4- Agree (125g p.c./100 litros de água). O período residual foi avaliado em folhas tratadas e ofertadas às lagartas após zero, cinco, 10 e 15 dias após a pulverização.

Após a pulverização foram escolhidos ao acaso cinco vasos de planta de cada tratamento para acondicionamento fora e os cinco restantes dentro da casa de

vegetação. Os 20 vasos mantidos dentro da casa de vegetação foram colocados sobre o piso, irrigados diariamente e a temperatura diária do ambiente foi medida com termômetro de máxima e mínima e os vasos expostos fora da casa de vegetação também em número de 20, foram colocados sobre o solo, irrigados diariamente e a temperatura do ambiente acompanhada pelos dados do Simepar.

Aguardou-se a secagem natural das folhas e em seguida coletou-se uma folha de cada repetição para avaliar a eficiência dos produtos (zero DAP). Aos três, seis, 10 e 15 DAP, novas folhas foram retiradas das plantas mantidas fora e dentro da casa de vegetação e ofertadas a novas lagartas de mesma idade da primeira avaliação (zero DAP). Através desse procedimento, avaliou-se a persistência dos inseticidas nas folhas por até 15 dias após a aplicação.

Em placas de Petri, acondicionou-se a folha de repolho cortada em discos de 10 cm de diâmetro sobre papel toalha, inoculando-se 10 lagartas de terceiro ínstar e mantidas em câmara climatizada a  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12:12 horas (Claro:Escuro). As avaliações foram realizadas às 24, 48, 72 e 96 horas após a instalação do experimento, avaliando-se a mortalidade larval aos zero, três, cinco, 10 e 15 DAP.

Durante o período de realização do experimento a precipitação ocorreu entre zero e 12 DAP, variando de 69 e 35,6 mm de chuva após dois e 10 dias após a pulverização (Tabela 2).

**Tabela 2.** Temperaturas máximas e mínimas dentro e fora da casa de vegetação e precipitação durante o período de 26/09 a 11/10/2009

Data	Dentro Máx.(°C)	Dentro Mín.(°C)	Fora Máx.(°C)	Fora Mín.(°C)	Precipitação (mm)
26/9	30,0	12,0	21,8	11,2	0,2
27/9	34,0	14,0	29,2	13,2	3,6
28/9	34,0	19,0	22,8	15,4	69,0
29/9	35,5	14,0	15,9	9,2	9,8
30/9	26,5	11,0	11,6	7,3	0,2
1/10	28,0	14,0	16,7	9,8	1,4
2/10	36,5	14,5	26,1	12,6	0,0
3/10	28,5	15,0	21,7	13,9	0,0
4/10	27,5	15,0	26,5	13,6	0,0
5/10	33,5	16,0	27,8	14,7	0,0
6/10	30,0	14,5	21,2	13,9	35,6
7/10	25,0	15,0	18,7	14,0	0,0
8/10	21,5	12,0	14,3	10,9	1,6
9/10	25,5	11,5	15,4	10,7	0,0
10/10	25,0	12,0	19,8	11,0	0,0
11/10	35,5	11,0	25,8	9,8	0,0

Fonte: Simepar-Pr, 2009.

#### **Experimento 4** - Influência de óleo mineral na eficiência de inseticidas para o controle de *P. xylostella*

Em campo de cultivo orgânico em 27/10/2009, foram coletadas folhas do repolho híbrido Fuyutoyo, levadas ao laboratório e cortadas em discos de 10 cm de diâmetro e imersas uma a uma durante cinco segundos nos seguintes tratamentos: 1- testemunha com água; 2- testemunha + óleo mineral Agral (50 ml p.c./100 litros de água); 3- Dimilin (Diflubenzuron 25PM) (100g p.c./100 litros de água); 4- Dimilin (Diflubenzuron 25PM) (100g p.c./100 litros de água) + óleo mineral Agral (50 ml p.c./100 litros de água); 5- Decis (Deltametrina 25CE) (30ml p.c./100 litros de água); 6- Decis (Deltametrina 25CE) (30ml p.c./100 litros de água) + óleo mineral Agral (50 ml p.c./100 litros de água); 7- Agree (*B. thuringiensis* var. *aizawai* GC 91, transconjugado (híbrido) com toxinas de *B. thuringiensis kurstaki*) (250g p.c./100 litros de água) e 8- Agree (*B. thuringiensis* var. *aizawai* GC 91, transconjugado

(híbrido) com toxinas de *B. thuringiensis kurstaki* (250g p.c./100 litros de água) + óleo mineral Agral (50 ml p.c./100 litros de água).

As folhas foram secas em um varal presas por um grampo plástico por aproximadamente três horas (Fig 2). Após a secagem, as folhas foram acondicionadas sobre papel toalha, inoculando-se 10 lagartas de terceiro ínstar e mantidas em câmara climatizada a  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa de  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12:12 horas (Claro:Escuro). As avaliações foram realizadas 24, 48 e 72 horas após a instalação do experimento, avaliando-se a mortalidade larval.



**Figura 2.** Secagem das folhas após pulverização dos inseticidas com e sem óleo mineral

### **Análise estatística**

Em todos os experimentos utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 10 repetições por tratamento, com 10 lagartas em cada repetição. Para o experimento um adotou-se esquema fatorial de: 4 x 5 (quatro tratamentos e cinco períodos residuais); para o experimento dois: 8 x 5 (oito tratamentos e cinco períodos residuais e no experimento três: 8 x 4 (oito tratamentos e quatro períodos residuais). Os resultados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk (Statsoft, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento 1- Efeito residual de *Bacillus thuringiensis* sobre lagartas de primeiro e terceiro ínstar

Os dados de mortalidade aos inseticidas mostraram uma baixa toxicidade do inibidor do crescimento diflubenzuron às larvas de primeiro ínstar de *P. xylostella* nos períodos residuais avaliados. Já os inseticidas biológicos à base de *B. thuringiensis* foram eficientes em todos os períodos após a pulverização (Tabela 3).

Os tratamentos com Agree e Dipel ofertados às larvas logo após a pulverização (zero DAP) foram significativamente mais eficientes que diflubenzuron, o qual por sua vez diferiu estatisticamente da testemunha, apesar da fragilidade das larvas de primeiro ínstar evidenciada pela mortalidade relativamente alta registrada na testemunha. A mesma situação prevaleceu nas folhas com um período residual de até 15 dias, exceto no tratamento com Dipel cuja eficiência foi significativamente menor que nos tratamentos com folhas contendo resíduos entre zero e 10 DAP devido à perda do poder residual (Tabela 3).

**Tabela 3.** Mortalidade média (%) de larvas de primeiro ínstar de *Plutella xylostella* após 96 horas em folhas de repolho contendo depósitos residuais de diferentes idades

Tratamento	Período Residual (dias após a pulverização)				
	Zero <sup>1</sup>	Três	Seis	Dez	Quinze
Testemunha	7,0±1,53Ac	8,0±1,33Ac	8,0±1,33Ac	8,0±1,33Ac	8,0±1,33Ac
Agree	74,0±7,18Aa	81,0±7,81Aa	90,0±3,65Aa	83,0±5,970Aa	85,0±5,00Aa
Dipel	66,0±6,00Aa	76,0±8,33Aa	68,0±3,89Ab	75,0±4,77Aa	42,0±5,54Bb
Diflubenzuron	38,0±4,67Ab	41,0±7,52Ab	59,0±6,57Ab	47,0±5,78Ab	58,0±3,89Ab

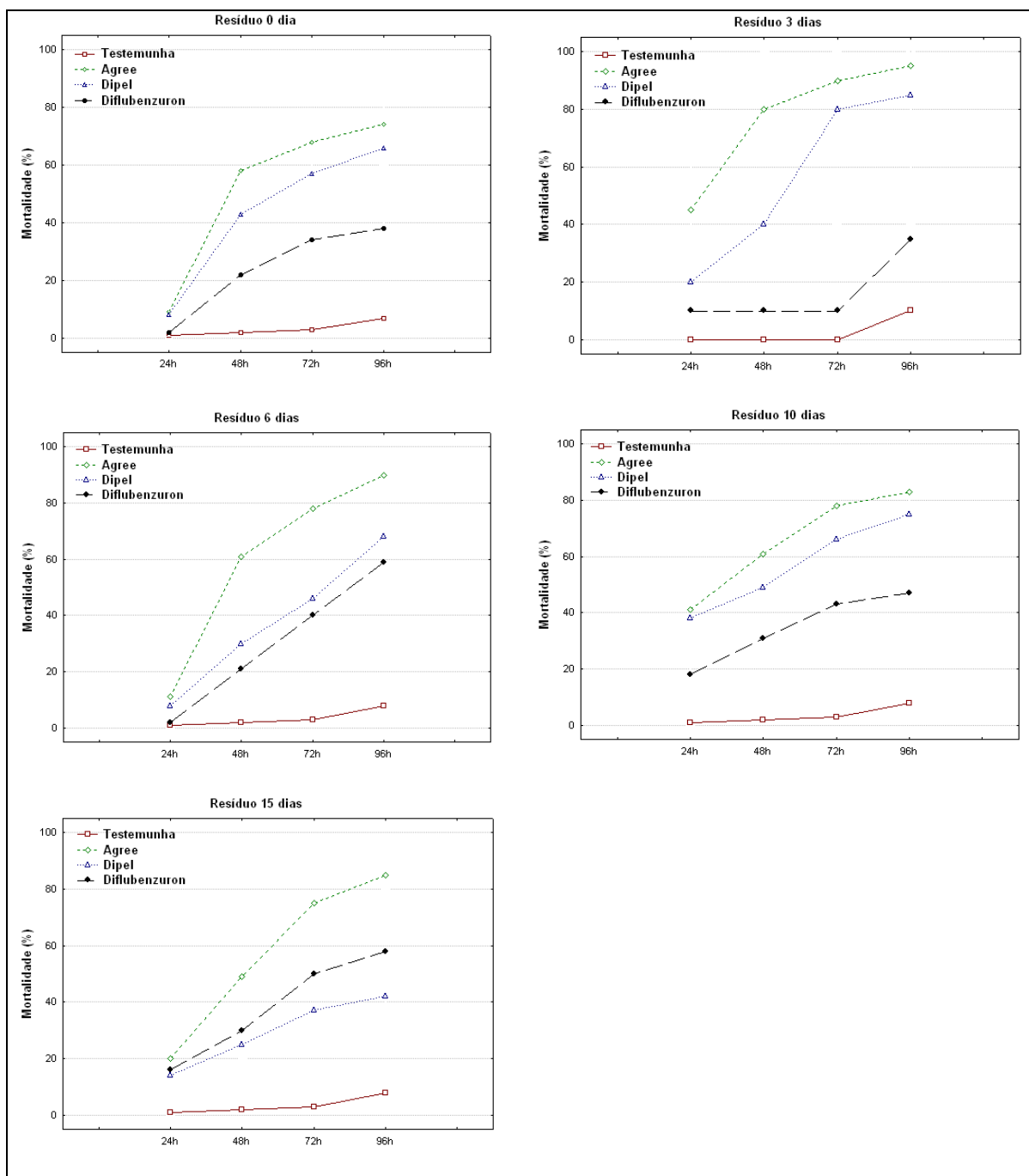
<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A evolução diária da mortalidade das larvas de primeiro ínstar em folhas com os diferentes níveis residuais é mostrada na Fig 3. Após 24 horas em contato com

as folhas tratadas, a mortalidade foi inferior a 50% em todos os tratamentos e períodos residuais. Após 48 horas, apenas Agree havia alcançado 60% de mortalidade, sendo este o único tratamento a atingir uma mortalidade superior a 80%.

Os resultados mostram que o efeito letal de ambas as formulações de *B. thuringiensis* somente aparece a partir de 48 horas em contato com a folha tratada, ao contrário de inseticidas neurotóxicos cuja ação ocorre poucas horas após a aplicação. Contudo, as lagartas já se encontravam infectadas pela bactéria após o primeiro dia, e, mesmo vivas, não ocasionaram qualquer dano às folhas de repolho. Diflubenzuron apresentou baixa toxicidade ao longo de todos os períodos residuais testados, não chegando a atingir 60% de mortalidade em nenhuma das avaliações (Fig 3).





**Figura 3.** Mortalidade de larvas de primeiro ínstar de *Plutella xylostella* ao longo do tempo de exposição em folhas com diferentes períodos residuais

Em larvas de terceiro ínstar a toxicidade das duas formulações de *B.thuringiensis* foi superior às registradas em larvas de primeiro ínstar (Tabela 4). Durante o primeiro ínstar, as larvas de *P. xylostella* permanecem no interior da folha onde não há disponibilidade do inseticida e o contato com os produtos ocorre apenas no momento de penetração das larvas no parênquima foliar. No terceiro ínstar, as larvas permanecem sobre a folha e ingerem maior quantidade de alimento

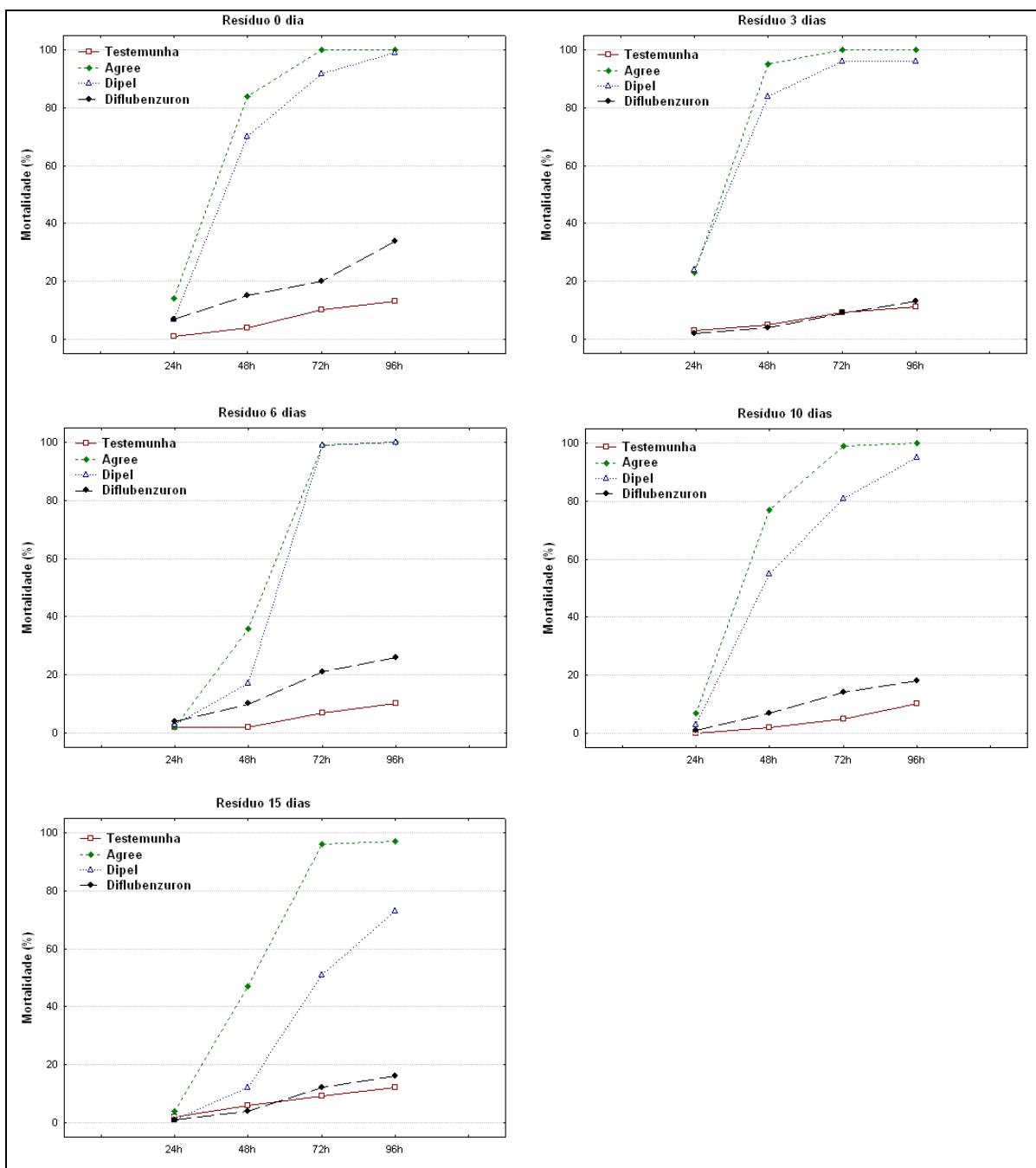
que larvas de primeiro ínstar, o que explica a maior toxicidade dos tratamentos as larvas de terceiro ínstar. No tratamento com Agree a mortalidade ao final de 96 horas após a avaliação nas folhas contendo resíduos entre zero e 10 DAP foi de 100% em todas as avaliações, exceto no depósito residual de 15 dias, quando se registrou uma pequena queda, embora significativa, na mortalidade devido à perda do poder residual (Tabela 4). O mesmo foi registrado com Dipel, porém, com uma queda mais acentuada aos 15 DAP, com 73,0% de mortalidade. A toxicidade de diflubenzuron foi significativamente menor do que a de *B. thuringiensis* e não diferiu estatisticamente da testemunha em resíduos de diferentes idades.

**Tabela 4.** Mortalidade média (%) de larvas de terceiro ínstar de *Plutella xylostella* após 96 horas em folhas de repolho contendo depósitos residuais de diferentes idades

Tratamento	Período Residual (dias após a pulverização)				
	Zero <sup>1</sup>	Três	Seis	Dez	Quinze
Testemunha	13,0±1,53Ac	11,0±2,33Ab	10,0±2,98Ac	10,0±2,58Ab	12,0±2,91Ac
Agree	100,0±0,00Aa	100,0±0,00Aa	100,0±0,00Aa	100,0±0,00Aa	97,0±1,53Ba
Dipel	99,0±1,00Aa	96,0±3,06Aa	100,0±0,00Aa	95,0±2,66Aa	73,0±7,46Bb
Diflubenzuron	34,0±5,21Ab	13,0±4,48Bb	26,0±4,00ABb	18,0±4,90ABb	16,0±3,40Bc

<sup>1</sup> Médias seguida da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tanto Agree, quanto Dipel foram estatisticamente superiores a diflubenzuron a partir de 48 horas após a pulverização (Fig 4). A mesma tendência foi observada, independentemente da idade dos resíduos presentes nas folhas até 15 DAP.



**Figura 4.** Mortalidade de larvas de terceiro ínstar de *Plutella xylostella* ao longo do tempo de exposição em cada uma das cinco idades dos resíduos a partir da pulverização dos tratamentos

De acordo com Aronson *et al.* (1986), para que as proteínas tóxicas (Cry) sejam efetivas, é necessário primeiramente que as larvas dos insetos suscetíveis ingiram os esporos e cristais de *B. thuringiensis*. Momentos depois se iniciam os sintomas: perda do apetite e o abandono do alimento, paralisia do intestino, vômito, diarreia, paralisia total e finalmente a morte. As larvas infectadas por *B. thuringiensis*

perdem sua agilidade e o tegumento adquire tonalidade de cor marrom-escura. Após a morte, a larva apresenta cor negra característica das infecções provocadas por este microrganismo (Habib & Andrade 1998).

A Figura 5 mostra o consumo foliar pelas larvas em folhas de repolho tratadas com *B. thuringiensis* e Diflubenzuron em relação à testemunha não tratada. O desfolhamento verificado em plantas tratadas com diflubenzuron foi similar ao registrado na testemunha, enquanto que os tratamentos com as duas formulações de *B. thuringiensis* apresentavam-se sem danos às 96 horas após a exposição das larvas aos tratamentos.



**Figura 5.** Consumo foliar de larvas de terceiro ínstar de *Plutella xylostella* 96 horas após a pulverização dos tratamentos

A sobrevivência das larvas de terceiro ínstar ocorreu somente para os tratamentos testemunha e diflubenzuron. Os adultos emergiram 11 dias após a inoculação da fase larval com os resíduos zero, três, seis, 10 e 15 DAP, não sendo

observadas deformações nos mesmos. Nos tratamentos com inseticidas à base de *B. thuringiensis* todas as larvas morreram antes de empuparem.

**Experimento 2-** Efeito residual de *Bacillus thuringiensis* e da adição de óleo vegetal na mortalidade de *P. xylostella* em plantas mantidas dentro e fora de casa de vegetação

Em plantas mantidas fora de casa de vegetação ocorreu a diminuição do poder residual em todos os tratamentos, exceto para diflubenzuron, onde a mortalidade a partir de seis DAP foi igualmente baixa, tanto nas plantas fora da casa de vegetação, quanto nas que estavam dentro da casa de vegetação. Para Agree, a perda na eficiência devido à exposição das plantas às condições climáticas naturais ocorreu apenas aos 10 DAP, quando a mortalidade caiu de 68% aos 10 DAP para 24% aos 15 DAP. Nas plantas mantidas em casa de vegetação, aos 10 DAP a mortalidade foi de 100%, e diminuindo para 82% aos 15 DAP (Tabela 5) A diminuição na eficiência de Dipel, por outro lado, iniciou-se logo aos seis DAP, com uma redução para 74% de mortalidade nas plantas expostas fora da casa de vegetação em comparação a 100% nas plantas mantidas dentro da casa de vegetação. Aos 10 e 15 DAP, a mortalidade larval diminuiu tanto nas plantas protegidas, quanto nas expostas às condições climáticas, porém apenas aos 10 DAP a diferença na mortalidade tenha sido significativa entre plantas expostas e protegidas (Tabela 5).

Considerando-se a mortalidade média dos resultados entre todos os tratamentos, observa-se uma queda progressiva na mortalidade a qual diminuiu de 83,5 a 0 DAP para 51,5% em folhas com resíduos de 15 DAP nas plantas protegidas, e de 68,0% a zero DAP para 23,5% aos 15 DAP nas plantas expostas ao clima (Tabela 5).

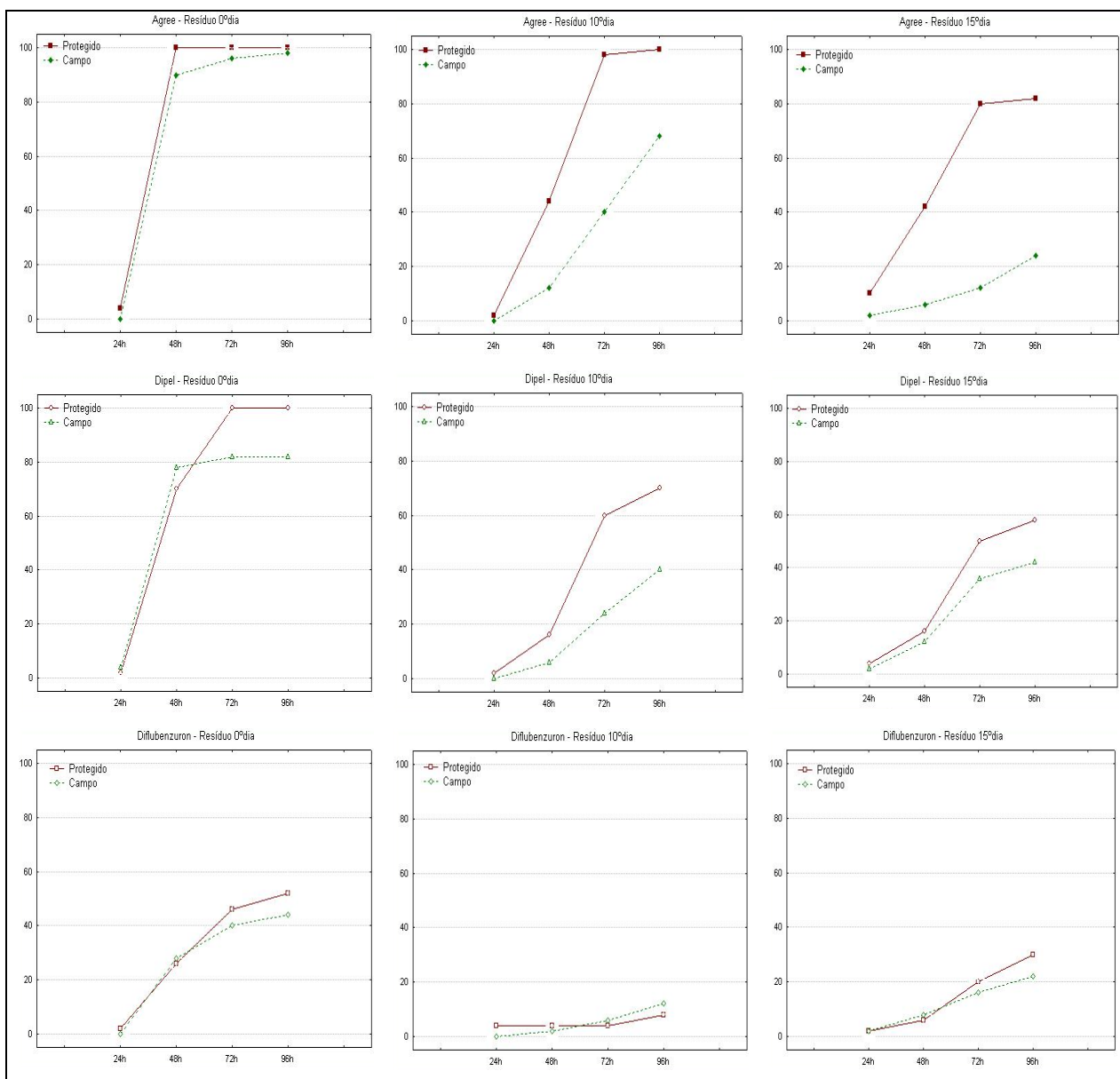
**Tabela 5.** Mortalidade média (%) de larvas de terceiro ínstar de *Plutella xylostella* após 96 horas de exposição em folhas de repolho contendo depósitos residuais de diferentes idades

Tratamento	A*	Período Residual (dias após a pulverização)				
		Zero <sup>1</sup>	Três	Seis	Dez	Quinze
Testemunha	D	32,0±3,74Aa	36,0±10,30Aa	24,0±9,27Aa	32,0±11,58Aa	36,0±10,30Aa
Testemunha	F	48,0±10,68Aa	18,0±5,83Ba	10,0±5,48Ba	18,0±5,83Ba	6,0±6,00Bb
Agree	D	100,0±0,00Aa	100,0±0,00Aa	100,0±0,00Aa	100,0±0,00Aa	82,0±8,00Ba
Agree	F	98,0±2,00Aa	100,0±0,00Aa	94,0±4,00Aa	68,0±9,70Bb	24,0±5,10Cb
Dipel	D	100,0±0,00Aa	100,0±0,00Aa	100,0±0,00Aa	70,0±8,94Ba	58,0±6,63Ba
Dipel	F	82,0±15,62ABa	98,0±2,00Aa	74,0±6,78ABb	40,0±13,04Bb	42,0±8,60Ba
Diflubenzuron	D	52,0±10,20ABa	62,0±8,00Aa	28,0±7,35BCa	8,0±3,74Ca	30,0±4,47BCa
Diflubenzuron	F	44,0±9,27Aa	10,0±3,16Cb	26,0±5,10ABa	12,0±3,74Ca	22,0±4,90ABa
Média	D	83,5±5,25a	74,5±6,90a	63,0±8,92a	52,5±8,79a	51,5±5,86a
Média	F	68,0±7,13a	56,5±9,90a	51,0±8,24a	34,5±6,47a	23,5±4,12b

<sup>1</sup> Médias seguida da mesma letra minúscula na coluna entre os tratamentos e maiúsculas na linha, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\* Na segunda coluna: A- Ambiente; D- Dentro da casa de vegetação e F- Fora da casa de vegetação

A perda do poder residual dos inseticidas biológicos à base de *B. thuringiensis* nas plantas expostas fora da casa de vegetação teve início após 10 DAP, com mortalidade inferior a 70% (Fig 6). Com diflubenzuron, tanto para plantas protegidas quanto para expostas, a baixa eficiência foi observada desde zero DAP, com porcentagens de controle inferiores a 60% em todos os períodos residuais após a aplicação.



**Figura 6.** Mortalidade de larvas de terceiro ínstar de *Plutella xylostella* ao longo do tempo de exposição em três períodos residuais após a pulverização dos tratamentos em plantas mantidas dentro e fora da casa de vegetação

Mohamad *et al.* (1980), avaliando a persistência residual de inseticidas na mortalidade de larvas de segundo ínstar de *P. xylostella*, obtiveram para *B. thuringiensis* variedade *kurstaki* (Thuricide HP 3,2%® - 1g/L) 50% de mortalidade seis dias após a pulverização e para diflubenzuron (Dimilin 25 WP® - 0,027% i.a.) mortalidade de 20% sete dias após pulverização. Flint & Smith (1977) relataram resultado semelhante no controle da lagarta rosada do algodão *Pectinophora*

*gossypiella* (Saund, 1844) registrando mortalidade larval de 25% após pulverização com altas concentrações (10.000 ppm) de diflubenzuron.

Syed *et al.* (2004) relataram que *P. xylostella* foi mais sensível a *B. thuringiensis* variedade *kurstaki*, avermectina e spinosad em condições de campo quando comparados ao inibidor de crescimento lufenuron e outros inseticidas químicos como clorpirifós metílico e profenofos.

Em testes de laboratório com produtos à base de *B. thuringiensis*, Castelo Branco (1999), utilizando *B. thuringiensis* variedade *kurstaki* (500ml/ha) e *B. thuringiensis* variedade *kurstaki* x *B. thuringiensis* variedade *aizawai* (350ml/ha) obteve mortalidade de larvas de segundo ínstar de *P. xylostella* superior a 97%. Porém, em campo estes produtos não foram eficientes para o controle de *P. xylostella*, sendo estes resultados atribuídos pela autora, à rápida degradação sofrida pelos produtos no ambiente.

Um dos fatores limitantes na recomendação de *B. thuringiensis* como produto alternativo ao uso de inseticidas neurotóxicos é a sua baixa persistência na folhagem das culturas em que é aplicado (Haddad *et al.* 2005). De acordo com Polanczyk (2004), *B. thuringiensis* é afetado negativamente pela radiação ultravioleta, que reduz sua persistência e, conseqüentemente, sua eficiência no campo. No entanto, os resultados mostraram uma persistência entre 10 e 15 dias, esta persistência é maior do que a relatada por Polanczyk & Alves (2003), que relatam uma meia vida dos esporos na folha de menos de um dia até três dias. Esta diferença provavelmente se deve à menor intensidade de radiação solar em regiões subtropicais e temperadas em comparação com os elevados índices de radiação solar de regiões tropicais, o que possibilita maior eficiência de inseticidas à base de *B. thuringiensis* em regiões subtropicais.

**Experimento 3** - Efeito do inseticida neurotóxico em relação ao *Bacillus thuringiensis* na mortalidade de *P. xylostella* em plantas mantidas dentro e fora de casa de vegetação

Deltametrina, na concentração utilizada não foi eficiente no controle de *P. xylostella*, mesmo em condições protegidas em casa de vegetação (Tabela 6).



Comparando-se as duas concentrações de Agree, observa-se que a 125g/100 L de água inicia-se a queda na eficiência desse tratamento após 10 DAP, quando as plantas tratadas ficam expostas às condições climáticas naturais. Na concentração de 250g/100 L de água, Agree perdeu o seu poder residual aos 15 DAP (Tabela 6).

Considerando-se as médias dos resultados entre todos os tratamentos, observa-se uma queda progressiva na mortalidade que diminuiu de 68 para 21% em folhas com resíduos de 15 DAP nas plantas protegidas e de 59,5 para 6,5% nas plantas expostas ao clima (Tabela 6).

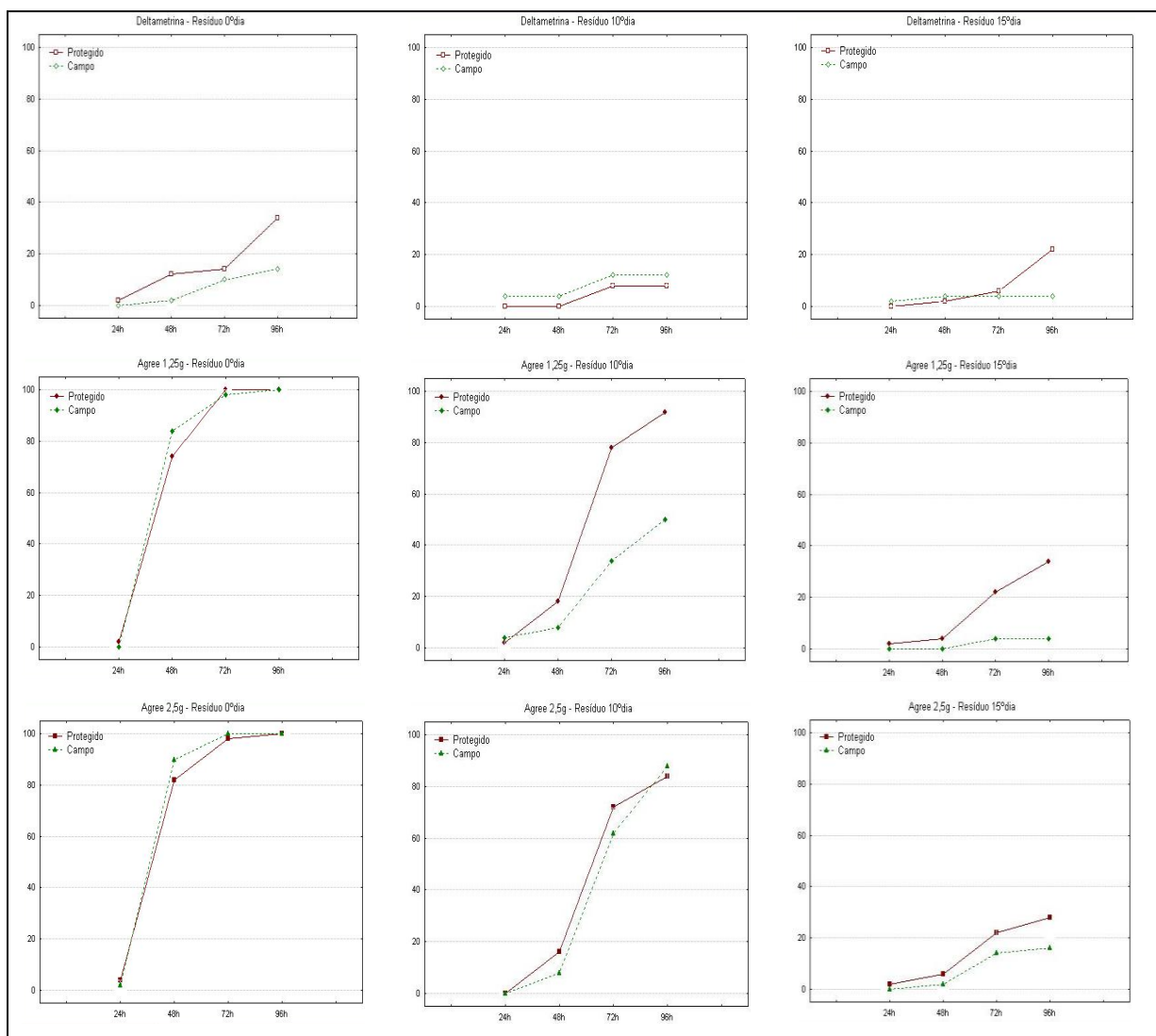
**Tabela 6.** Mortalidade média (%) de larvas de terceiro ínstar de *Plutella xylostella* após 96 horas de exposição em folhas de repolho contendo depósitos residuais de diferentes idades

		Idade do resíduo nas folhas (dias)			
Tratamento	A*	Zero <sup>1</sup>	Cinco	Dez	Quinze
Testemunha	D	10,0±5,48Aa	10,7±5,07Aa	18,0±8,00Aa	0,0±0,00Aa
Testemunha	F	6,0±4,00Aa	12,0±2,00Aa	14,0±6,78Aa	2,0±2,00Aa
Deltametrina	D	34,0±8,12ABa	54,0±8,12Aa	8,0±3,74Ba	22,0±12,41ABa
Deltametrina	F	14,0±5,10Ba	36,0±7,48Aa	12,0±3,74Ba	4,0±2,45Ba
Agree 125g	D	100,0±0,00Aa	98,0±2,00Aa	92,0±5,83Aa	34,0±11,66Ba
Agree 125g	F	100,0±0,00Aa	92,0±3,74Aa	50,0±5,48Bb	4,0±2,45Cb
Agree 250g	D	100,0±0,00Aa	100,0±0,00Aa	84,0±8,12Aa	28,0±8,00Ba
Agree 250g	F	100,0±0,00Aa	98,0±2,00Aa	88,0±5,83Aa	16,0±9,27Ba
Média	D	61,0±9,43a	68,0±8,03a	50,5±9,19a	21,0±5,23a
Média	F	55,0±10,45a	59,5±8,63a	41,0±7,57a	6,5±2,64b

<sup>1</sup> Médias seguida da mesma letra minúscula na coluna entre os tratamentos e maiúsculas na linha, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\* Na segunda coluna: A- Ambiente; D- Dentro da casa de vegetação e F- Fora da casa de vegetação

O inseticida neurotóxico deltametrina, tanto em plantas protegidas como em plantas expostas ao clima, apresentou baixa toxicidade, não atingindo 60% de mortalidade em nenhuma das cinco idades dos resíduos (Fig 7). Tal resultado pode ser atribuído a resistência desenvolvida pela praga a concentração desse piretróide.



**Figura 7.** Mortalidade de larvas de terceiro ínstar de *Plutella xylostella* ao longo do tempo de exposição em cada uma das três idades dos resíduos a partir da pulverização dos tratamentos

Parte da perda do poder residual dos inseticidas a base de *Bacillus thuringiensis* pode ter sido influenciado pela precipitação que ocorreu entre zero e 12 DAP, especialmente pela queda de 69 e 35,6 mm de chuva após dois e 10 dias após a pulverização.

No Brasil, alguns piretróides de uso tradicional como deltametrina e permetrina não têm se mostrado eficientes para o controle da praga (França *et al.* 1985). Aplicações de produtos fitossanitários de alta toxicidade e largo espectro de ação estão sendo reconhecidas por diversos autores como a principal causa de desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas, provocando fenômenos como

ressurgência de pragas, aumento de pragas secundárias e seleção de populações de insetos resistentes (Nakano 1986, Gerson & Cohen 1989, Soares & Busoli 2000).

Segundo Gazzoni (1994), uma das maneiras de se evitar a ressurgência de pragas é a utilização de inseticidas seletivos. Seu uso foi definido como sendo a propriedade de controlar a praga visada, com o menor impacto possível sobre os outros componentes do ecossistema, isto é, o inseticida deve apresentar baixo impacto sobre inimigos naturais, nas mesmas condições em que a praga visada é controlada com sucesso (Degrande *et al.* 2002).

A sobrevivência das larvas de terceiro ínstar, conforme verificado no experimento anterior ocorreu somente para os tratamentos testemunha e deltametrina, os adultos emergiram 11 dias após a inoculação das larvas nas folhas com os resíduos de zero, três, seis, 10 e 15 DAP, não sendo observadas deformações nos mesmos. Nos tratamentos com inseticidas à base de *B. thuringiensis* todas as larvas morreram antes de empuparem.

**Experimento 4** - Influência do óleo mineral na eficiência de inseticidas para o controle de *P. xylostella*

O uso do óleo mineral não alterou a eficiência de *B. thuringiensis*, confirmando o alto desempenho de Agree no controle de *P. xylostella* (Tabela 7).

Os inseticidas diflubenzuron e deltametrina, não diferiram estatisticamente da testemunha, sendo ineficientes para o controle de *P. xylostella* tanto na presença, quanto na ausência do óleo mineral. Portanto, o uso de óleo mineral não incrementou o desempenho dos inseticidas que se mostraram ineficientes no controle da lagarta (Tabela 7).

**Tabela 7.** Mortalidade média (%) de larvas de terceiro ínstar de *Plutella xylostella* após 72 horas da aplicação dos inseticidas com e sem o óleo mineral Agral

Inseticida (Concentração)	Óleo Mineral	Mortalidade
Testemunha	Sem óleo	0,0±0,00b
Testemunha	Com óleo	0,0±0,00b
Agree (250g/100L)	Sem óleo	100,0±0,00a
Agree (250g/100L)	Com óleo	96,0±2,45a
Diflubenzuron (100g/100L)	Sem óleo	0,0±0,00b
Diflubenzuron (100g/100L)	Com óleo	2,0±2,00b
Deltametrina (30ml/100L)	Sem óleo	8,0±8,00b
Deltametrina (30ml/100L)	Com óleo	2,0±2,00b

<sup>1</sup> Médias seguida da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*P. xylostella* foi o primeiro inseto a desenvolver resistência ao DDT (Ankersmit 1953, Asakawa 1975), tendo também desenvolvido resistência no campo ao *B. thuringiensis* (Kirsch *et al.* 1988, Tabashnick *et al.* 1990, Hama 1992, Shelton *et al.* 1992). Segundo Talekar & Shelton (1993), devido ao uso indiscriminado de inseticidas sintéticos, a resistência de *P. xylostella* tornou-se comum em países de clima tropical, como parte do Sudeste da Ásia, América Central e Caribe, e ao Sudoeste dos Estados Unidos, limitando à produção comercial de brássicas em algumas dessas áreas.

Silva *et al.* (1993), utilizando deltametrina (80ml/100 L de água) com adição de óleo mineral (30ml/100 L de água), num plantio de repolho, necessitaram de seis aplicações para obter 95% de eficiência.

Castelo Branco *et al.* (2001), avaliando a mortalidade de larvas de segundo ínstar de *P. xylostella*, 48 horas após pulverização com deltametrina (60ml/100 L de água) registraram mortalidade inferior a 6%. Fato também relatado por Castelo Branco & Gatehouse (1996) e Castelo Branco & Amaral (2002), em populações da traça das crucíferas, no Distrito Federal.

Entre os inseticidas utilizados por Czepak *et al.* (2005), deltametrina (30ml p.c./100 L de água) com adição de óleo mineral (30ml/100 L de água), apresentou a

menor eficiência na mortalidade de larvas de *P. xylostella* em relação aos inseticidas teflubenzuron e chlorfenapyr. Tal resultado foi atribuído pelos autores à possível aquisição de resistência do inseto ao grupo químico dos piretróides.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos experimentos realizados permitem concluir, que:

Os inseticidas biológicos à base de *Bacillus thuringiensis*, formulação comercial Agree e Dipel, nas concentrações de 500g/100 L de água, foram eficientes no controle de larvas de primeiro e terceiro ínstar de *P. xylostella*, mesmo após um período residual de 10 dias;

O inseticida biológico à base de *B. thuringiensis*, formulação comercial Agree, nas concentrações de 125-250g/100 L de água, foi eficiente no controle de larvas de primeiro e terceiro ínstar de *P. xylostella*, após períodos residuais de cinco e 10 dias, respectivamente;

O inibidor do crescimento diflubenzuron (Dimilin 25 PM), na concentração de 100g/100 L de água e Deltametrina (Decis 25 CE), na concentração de 30ml/100 L de água, não foram eficientes no controle de larvas de *P. xylostella*;

O uso do óleo mineral (Agral) na concentração de 50ml/100 L de água não potencializou a ação dos inseticidas utilizados no controle de larvas de terceiro ínstar de *P. xylostella*;

O poder residual de Agree e Dipel foi mais longo do que o citado na literatura, mostrando que, em regiões subtropicais e temperadas, a radiação solar tem menor impacto sobre os esporos de *B. thuringiensis* do que em regiões tropicais.

## REFERÊNCIAS

- Ankersmit G W (1953) DDT resistance in *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera) in Java. Bull Entomol Res 44: 421-425.
- Aronson A I, Beckman W, Dunn P (1986) *Bacillus thuringiensis* and related insect pathogens. Microbiol Rev 50: 1-24.
- Asakawa M (1975) Current status of insecticide resistance of agricultural insect pests. Plant Prot 29: 257-261 (In Japanese).
- Balachowsky A (1966) Lépidoptères. In: Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome II, Masson et Cie Editeurs. Paris. 1057 p.
- Barros R I B, Albert Júnior A J, Oliveira A C F S, Loges V (1993) Controle químico da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho. An Soc Entomol Bras 22: 463-469.
- Carballo V M (1992) Investigación sobre manejo integrado de *Plutella xylostella* L. en el cultivo de repolho en Costa Rica. Cerba 33: 617-622.
- Castelo Branco M, Villas Bôas G L, França F H (1996) Nível de dano de traça-das-crucíferas em repolho. Horti Bras 14: 154-157.
- Castelo Branco M, Gatehouse A G (1996) Insecticide resistance in *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. An Soc Entomol Bras 26: 154-157.
- Castelo Branco M (1999) Avaliação da eficiência de formulações de *Bacillus thuringiensis* para o controle de traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal. Horti Bras 17: 237-240.
- Castelo Branco M, França F H, Medeiros M A, Leal J G T (2001) Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. Horti Bras 19: 60-63.

Castelo Branco M, Amaral P S T (2002) Inseticidas para controle da traça-das-crucíferas: como os agricultores os utilizam no Distrito Federal. *Hortic Bras* 20: 410-415.

Czepak C, Fernandes P M, Santana H G, Takatsuka F S, Rocha C L (2005) Eficiência de inseticidas para o controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) na cultura do repolho. *Pesq Agropec Tropic* 35: 129-131.

Degrande P E, Reis P R, Carvalho G A, Belarmino L C (2002) Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. p. 75-81 In J. R. P. Parra, P. S. M. Botelho, B. S. Corrêa-Ferreira & J. M. S. Bento. (Ed.). *Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e predadores*. Manole, São Paulo. 635 p.

Dias D G S, Soares C M S, Monnerat R (2004) Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. *Hortic Bras* 22: 553-556.

França F H, Cordeiro C M T, Giordano L, Resende A M (1985) Controle da traça das crucíferas em repolho. *Hortic Bras* 3: 50-51.

França F H, Medeiros M A (1998) Impacto de combinação de inseticidas sobre a produção de repolho e parasitóides associados com a traça-das-crucíferas. *Hortic Bras* 16 (2): 132-135.

Flint H M, Smith R L (1977) Laboratory evaluation of TH 6040 against the pink bollworm. *J Econ Entomol* 70: 51-3.

Gazzoni D L (1994) Pesquisa em seletividade de inseticidas no Brasil: uma abordagem conceitual e metodológica. p. 119-124. In *Simpósio de Controle Biológico*, 4. Pelotas, RS. Anais.

Gerson V, Cohen E (1989) Ressurgences of spider mites (Acari: Tetranychidae) induced by synthetic pyrethroids. *Exp Appl Acarol* 6: 29-46.

Godin C, Boivin G (1998) Seasonal occurrence of lepidopterous pests of cruciferous crops in Southwestern Quebec in relation to degree-day accumulations. *Can Entomol* 130: 173-185.

Habib M E M, Andrade C F S (1998) Bactérias entomopatogênicas. In: Controle Microbiológico de Insetos. Ed. Alves S B, FEALQ, Piracicaba, p. 383-446.

Haddad M L, Polanczyk R A, Alves S B, Garcia M O (2005) Field persistence of *Bacillus thuringiensis* on maize leaves (*Zea mays* L.). Braz J Microbiol 36: 309-314.

Hama H (1992) Insecticide resistance characteristics of the diamondback moth, p. 455-463. In: Proceedings of the Second International Workshop. Shanhua, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center.

Herrnstadt C, Soares G G, Wilcox E R, Edwards D L A (1986) New Strain of *Bacillus thuringiensis* with activity against Coleopteran. Insects Biotech 4: 305-308.

Ho T U (1965) The life history and control of the diamondback moth in Malaysia. Ministry of Agriculture and Cooperation Bulletin 118, 26 p.

Kirsch K, Schmutterer H (1988) Low efficacy of a *Bacillus thuringiensis* (Berl.) formulation in controlling the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) in the Philippines. J Appl Entomol 105: 249-55.

Lim G S (1990) Overview of vegetable IPM in Asia. FAO Plant Prot Bull 38: 73-87.

Mohamad R, Ibrahim Y B, Chong W C (1980) The residual effect of some insecticides on *Plutella xylostella* (L) larvae in the greenhouse. Pertanika 3: 10-12.

Monnerat R G, Bordat D (1998) Influence of HD-1 *Bacillus thuringiensis* spp. *kurstaki* on the developmental stages of *Diadegma* sp.(Hym.: Ichneumonidae) parasitoid of diamondback moth (Lep.: Yponomeutidae). J Appl Entomol 122: 49-51.

Nakano O (1986) Avanços na prática do controle de pragas. Informação Agropecuário, 12: 55-59.

Ooi P A C, Kelderman W (1979) The biology of three common pests of cabbage in Cameron Highlands, Malaysia. Malays Agric J 52: 85-101.

Polanczyk R, Alves S (2003) *Bacillus thuringiensis*: Uma breve revisão. Agrociência 2: 1-10.



Polanczyk R A (2004) Estudos de *Bacillus thuringiensis* Berliner visando ao controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Tese (Doutorado em Entomologia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

Sampson C (1992) Producción de repolho en Belice: programa de investigación para el control de la palomilla dorso de diamante. Cerba 33: 623-628.

Shelton A M, Wyman J A (1992) Insecticide resistance of diamondback moth in North America, p. 447-454. In: Proceedings of the Second International Workshop. Shanhua, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center.

Silva A L, Veloso V R S, Tardivo J C, Abreu C D, Silva R M C E (1993) Avaliação de inseticidas piretróides no controle da traça das crucíferas *Plutella xylostella* (L., 1758) em repolho. Anais Esc Agron Vet, 23: 7-12.

Soares J J, Busoli A C (2000) Efeito de inseticidas em insetos predadores em culturas de algodão. Pesqu Agropecu Bras 35: 1889-1894.

Statsoft (2008) Inc. Statistica (data analysis software system), version 8. (Software Estatístico).

Syed T S, Abro G H, Ahmed S (2004) Efficacy of different insecticides against *Plutella xylostella* under field conditions. Pak J Biol Sci 7: 10-14.

Tabashnik B E, Cushing N L, Finson N, Johnson M W (1990) Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Journal Economy Entomol 83: 167-76.

Talekar N S, Shelton, A M (1993) Biology, ecology and management of the diamondback moth. Annual Rev Entomol 38: 273-301.

Van Frankenhuyzen K (1993) The challenge of *Bacillus thuringiensis*, p. 1-35. In: Entwistle P F, Cory J S, Bailey M J, Higgs S (Eds.). *Bacillus thuringiensis*, an Environmental Biopesticide: theory and practice. Chichester: John Wiley.

Vasquez B L (1995) Resistance to most Insecticides. In: Book of Insect Records, Chapter 15: 34-36.